

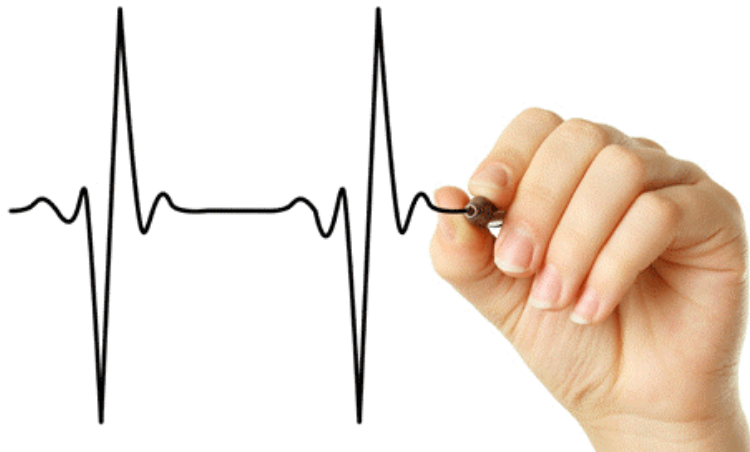


# **L'ELETTROCARDIOGRAMMA TRA TEORIA E PRATICA**

**SPOLTORE (Localita' Santa Teresa a 5 km da Pescara)**

**15 e 22 APRILE 2016**

**Parrocchia S. Teresa D'avila Sala Convegni via Nora (zona Parco)**

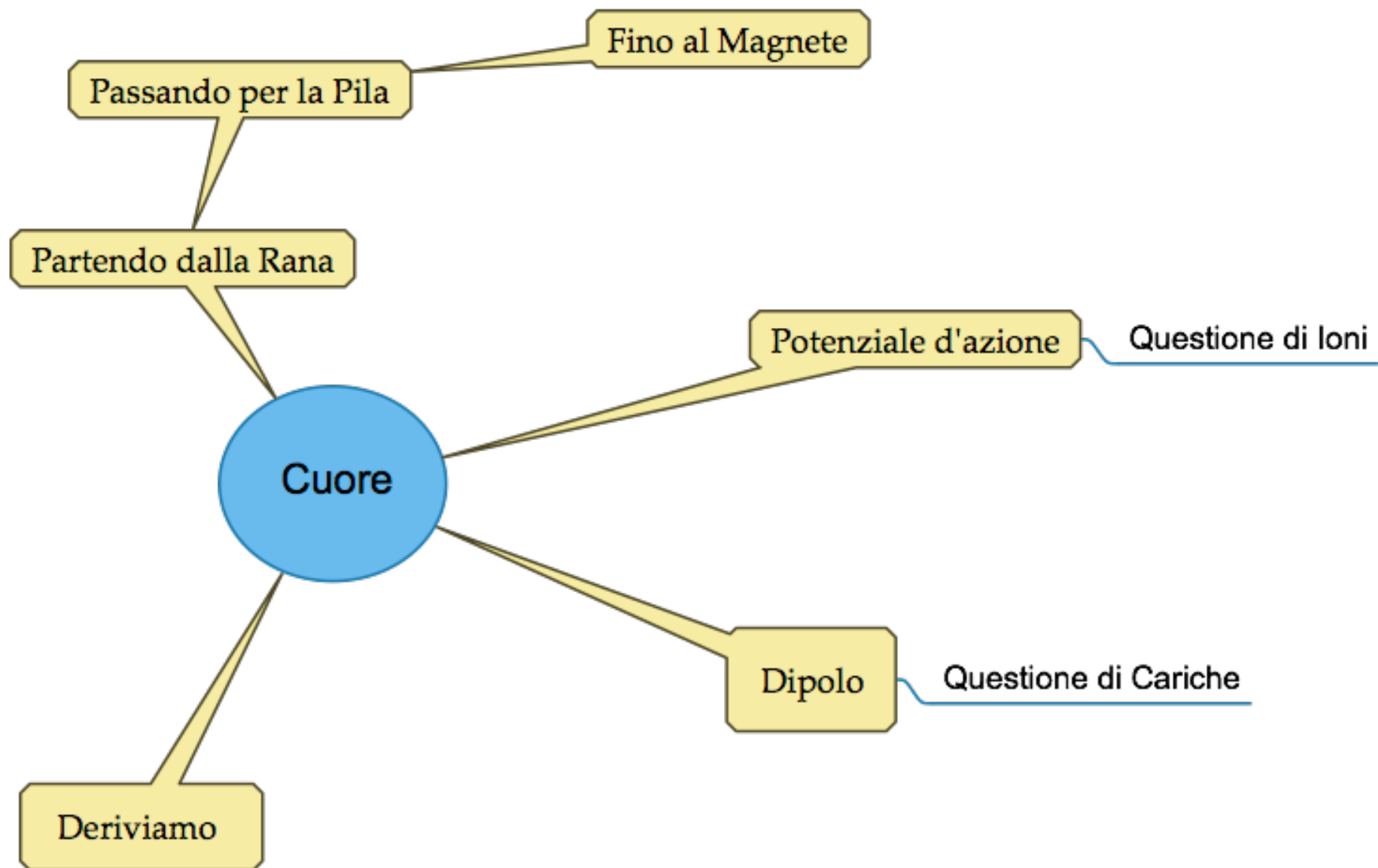


**Dott. Muzio Stornelli**  
**[stornelli73@gmail.com](mailto:stornelli73@gmail.com)**



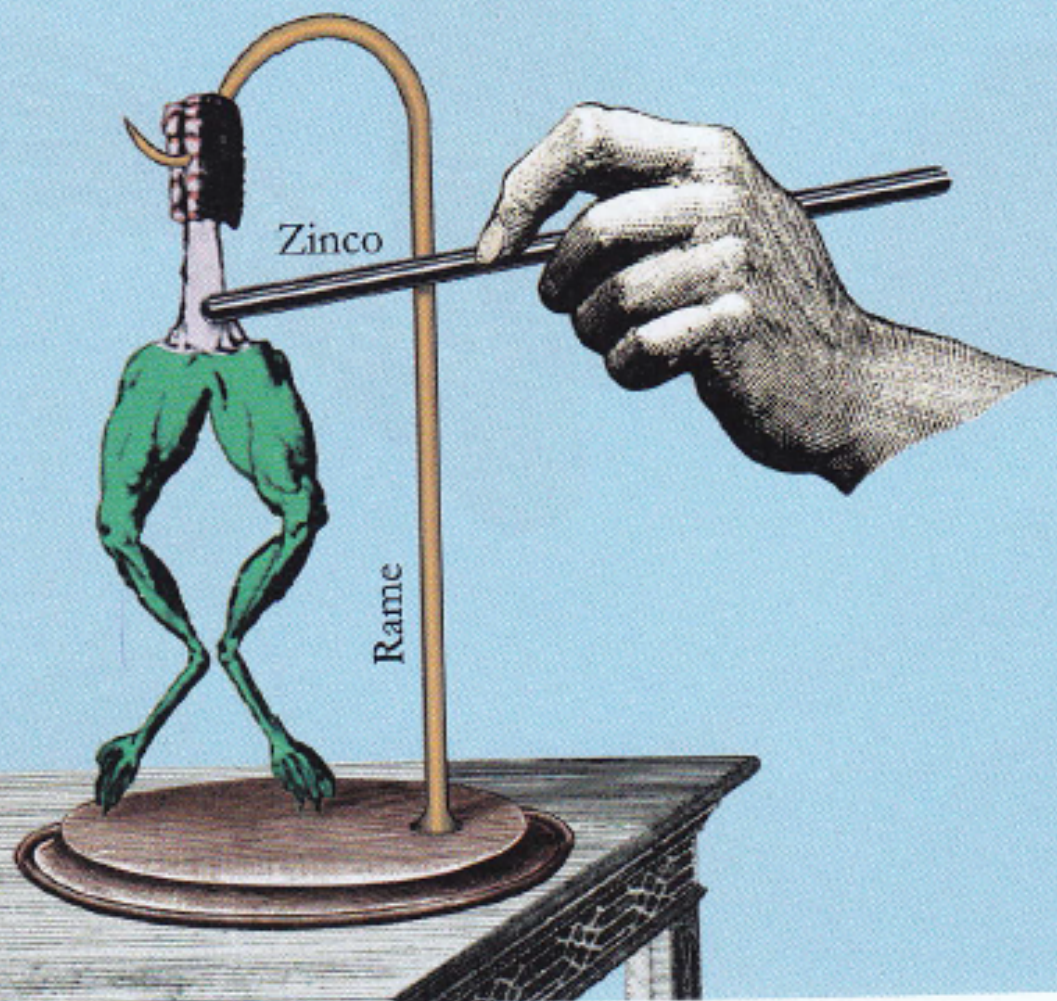
# Programma

- ☐ Storia dell'ECG;
- ☐ Che cosa è l'ECG;
- ☐ Principi generali.





1790, Galvani



**Fig. 1.1** – Nel 1790, un pubblico di scienziati di solito tranquilli sussultarono increduli mentre Luigi Galvani con un tocco di teatralità fece ballare la zampa di una rana morta usando stimoli elettrici.



# Luigi Galvani

Nel 1790 chiudendo un circuito collegando Zinco e Rame alle zampe di una rana morta, fece saltare le zampe dell'animale e con ripetuti stimoli le fece danzare.



ALOYSII GALVANI  
DE  
VIRIBUS ELECTRICITATIS  
IN  
MOTU MUSCULARI.

COMMENTARIUS.

---

---

BONONIÆ

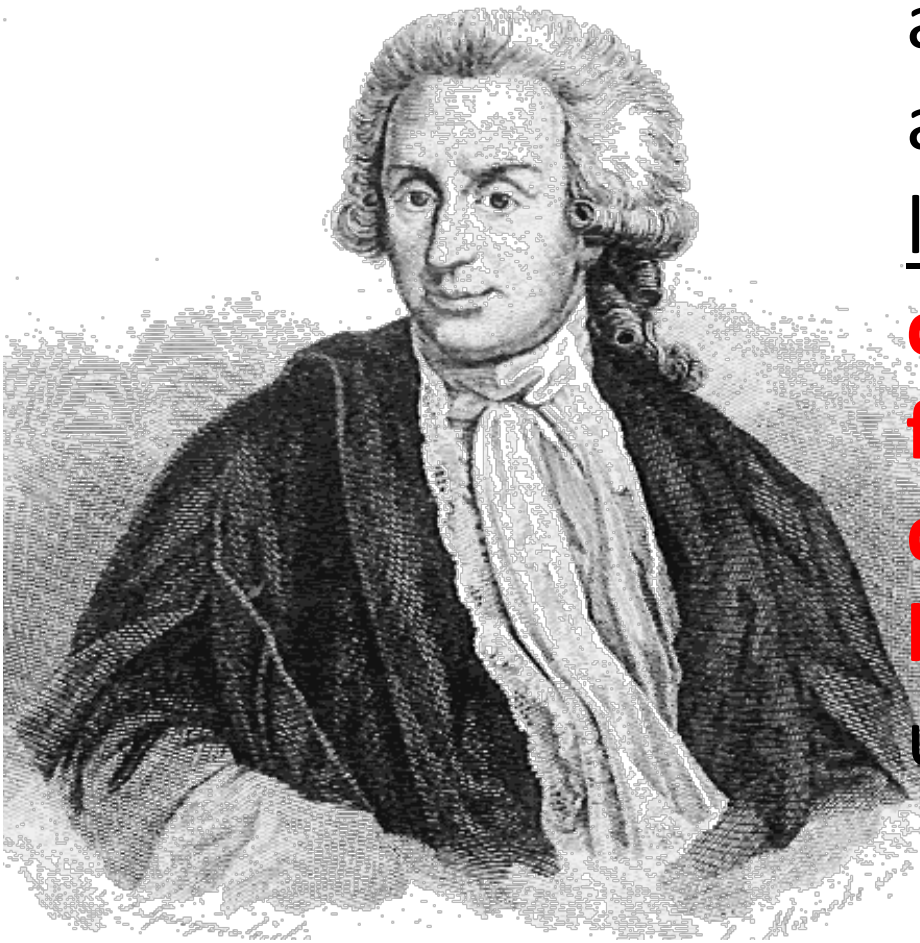
Ex Typographia Instituti Scientiarum. 1791.  
CUM APPROBATIONE.

“Disseccai una rana, la collocai sopra una tavola sulla quale c'era una macchina elettrica, dal cui conduttore era completamente separata e collocata a non breve distanza, *mentre uno dei miei assistenti toccava per caso leggermente con la punta di uno scalpello gli interni nervi crurali di questa rana, ad un tratto, furono visti contrarsi tutti i muscoli degli arti come se fossero stati presi dalle più vementi convulsioni tossiche.*

Ad un altro dei miei assistenti che mi era più vicino, mentre stavo tentando altre nuove esperienze elettriche, *parve di avvertire che il fenomeno succedesse proprio quando si faceva scoccare una scintilla dal conduttore della macchina.* Ammirato dalle novità della cosa, subito avvertì me. [...]

Mi accese subito un incredibile desiderio di ripetere l'esperienza e di portare alla luce ciò che di occulto c'era ancora nel fenomeno”

# Alessandro Volta



Volta in un primo tempo aderirà completamente all'ipotesi di Galvani, ma poi la negherà **perché convinto che il flusso di corrente non fosse generato dai tessuti dell'animale, ma dall'arco bimetallico conduttore** che usò nei suoi esperimenti.

**Inventò la PILA.**



# Carlo Matteucci 1842

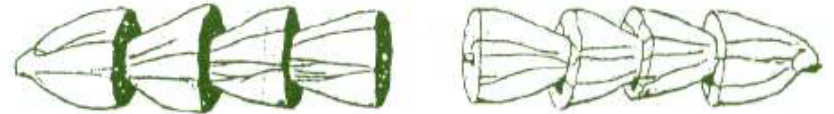


Anche lui avendo come riferimento gli studi di Luigi Galvani, dimostrò la corrente muscolare, cioè che ogni attività muscolare è accompagnata da un fenomeno elettrico, oggi chiamato potenziale d'azione.

# Galvani (1797) Matteucci (1844)



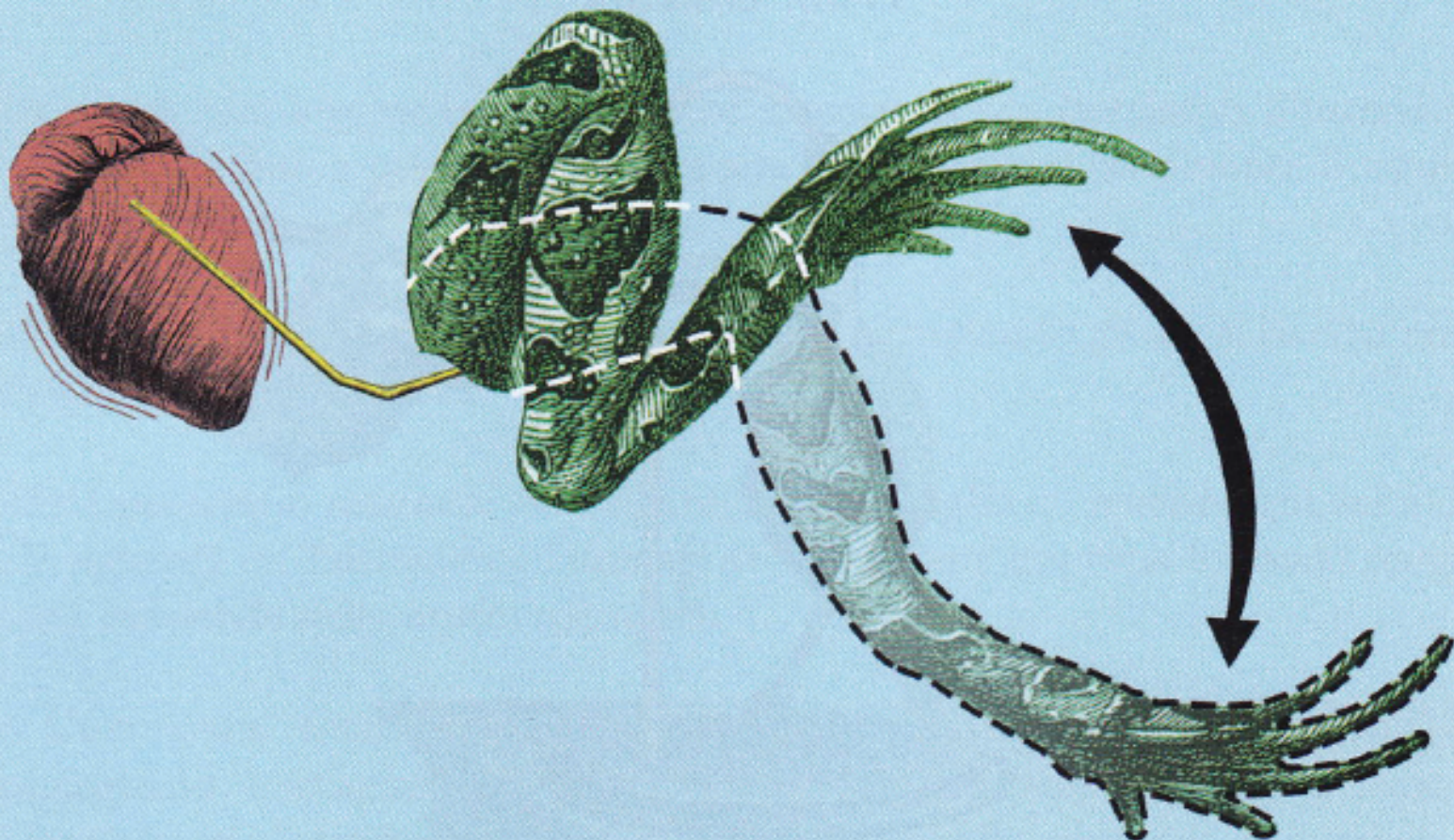
*Gli esperimenti di Galvani delle contrazioni senza metalli. L'esperimento del 1797: quando la superficie di sezione del nervo sciatico di un lato tocca la superficie intatta del nervo sciatico dell'altro lato entrambe le zampe si contraggono. (da Sirol, 1939).*



*L'esperimento di Matteucci della pila di emicosce di rana. (da Matteucci, 1844)*



1855, Kollicker e Mueller



**Fig. 1.2** – Mentre facevano ricerche di base intorno al 1855, Kollicker e Mueller scoprirono che quando il nervo motorio di una delle zampe di una rana veniva messo a contatto con il suo cuore denervato, ma ancora dotato di pulsazione, la zampa si contraeva all'unisono con il battito cardiaco.

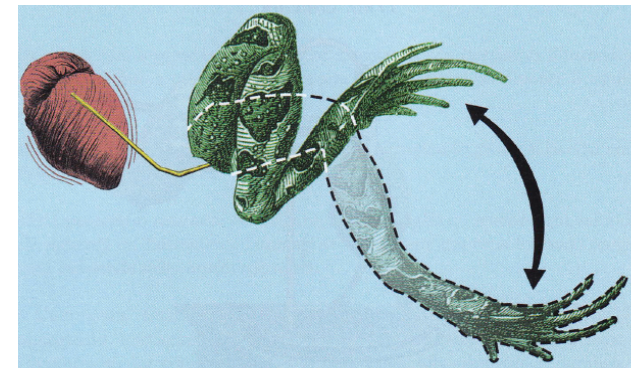


# Segue...

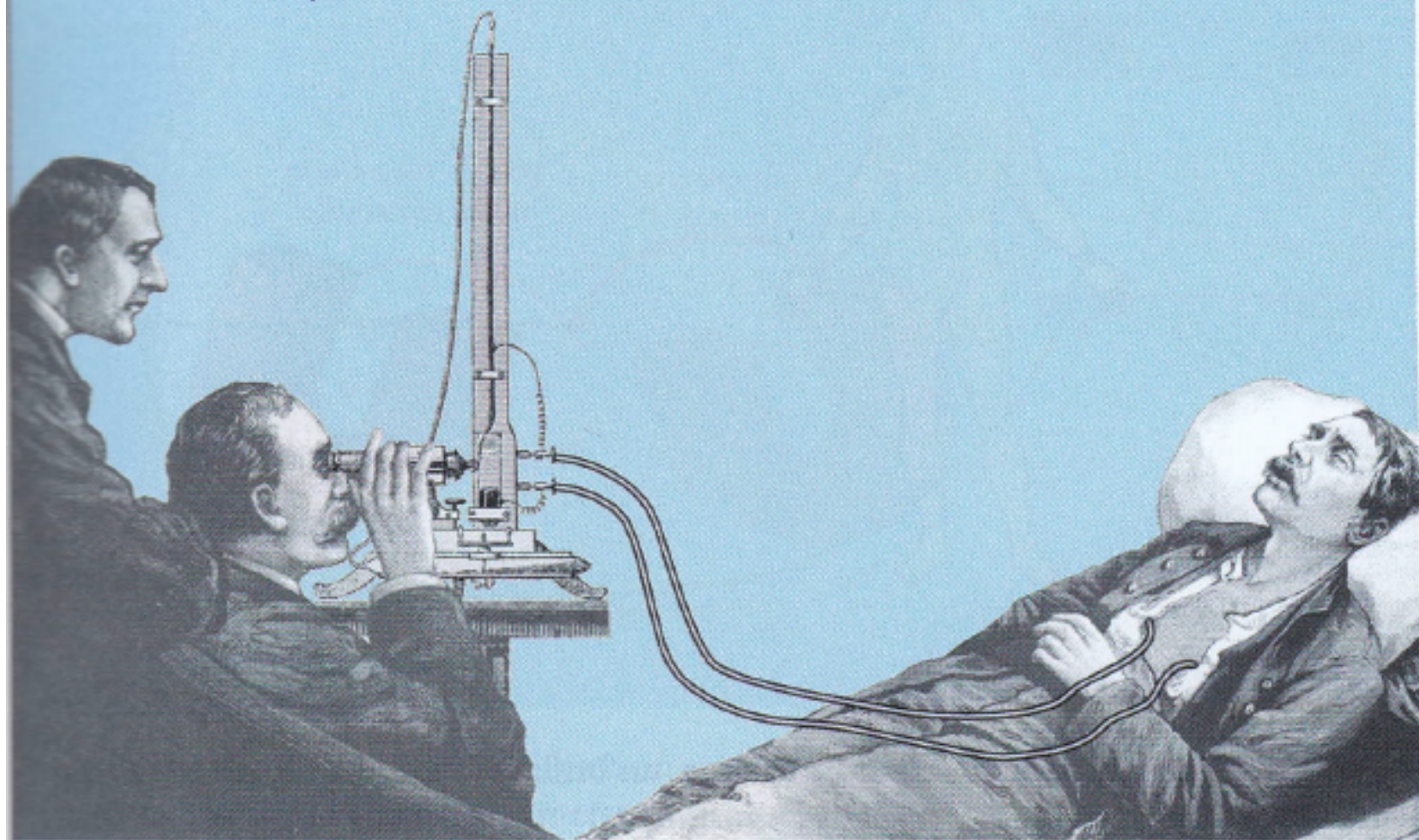
Lo stesso **stimolo elettrico** che provoca la contrazione della zampa di una rana **costringe il cuore a battere**.

## Conclusione

Il battito cardiaco è causato da una scarica ritmica di stimoli elettrici



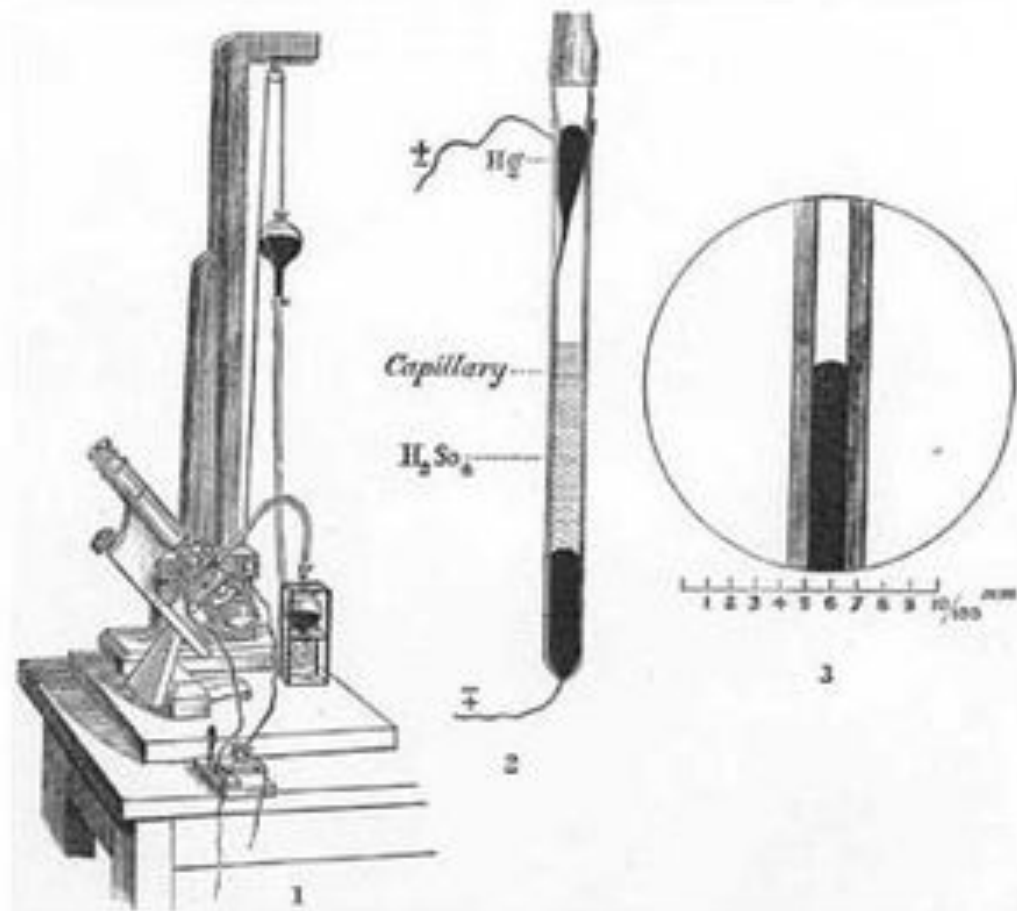
*La metà degli anni 1880, Ludwig e Waller*



**Fig. 1.3** – Verso la metà degli anni 1880, usando un “elettrometro capillare”, Ludwig e Waller scoprirono che gli stimoli elettrici del ritmo cardiaco potevano essere monitorati attraverso la pelle di una persona.

# Elettrometro capillare

Degli elettrodi sensori venivano posti sulla pelle del paziente e collegati ad un elettrometro capillare, in modo tale da percepire una debole attività elettrica.





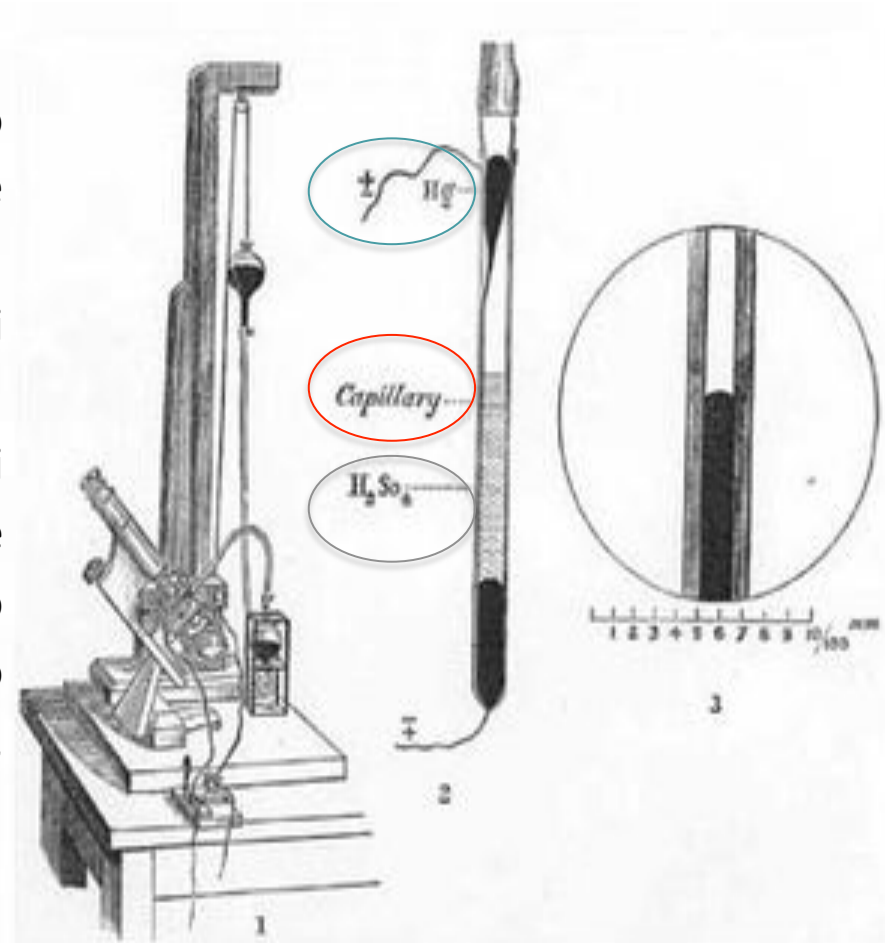
# In pratica.

Il dispositivo era dotato di un capillare riempito per metà da mercurio e per metà da soluzione acquosa contenente acido solforico.

Le estremità del capillare erano collegate a dei fili conduttori.

Quando tra questi fili passava corrente, si generava una variazione della tensione superficiale del mercurio, con innalzamento dello stesso verso l'alto. Tale innalzamento veniva misurato con un opportuno microscopio, dotato di scala graduata.

Il livello del liquido all'interno del tubo capillare variava con il ritmo del battito cardiaco della persona.

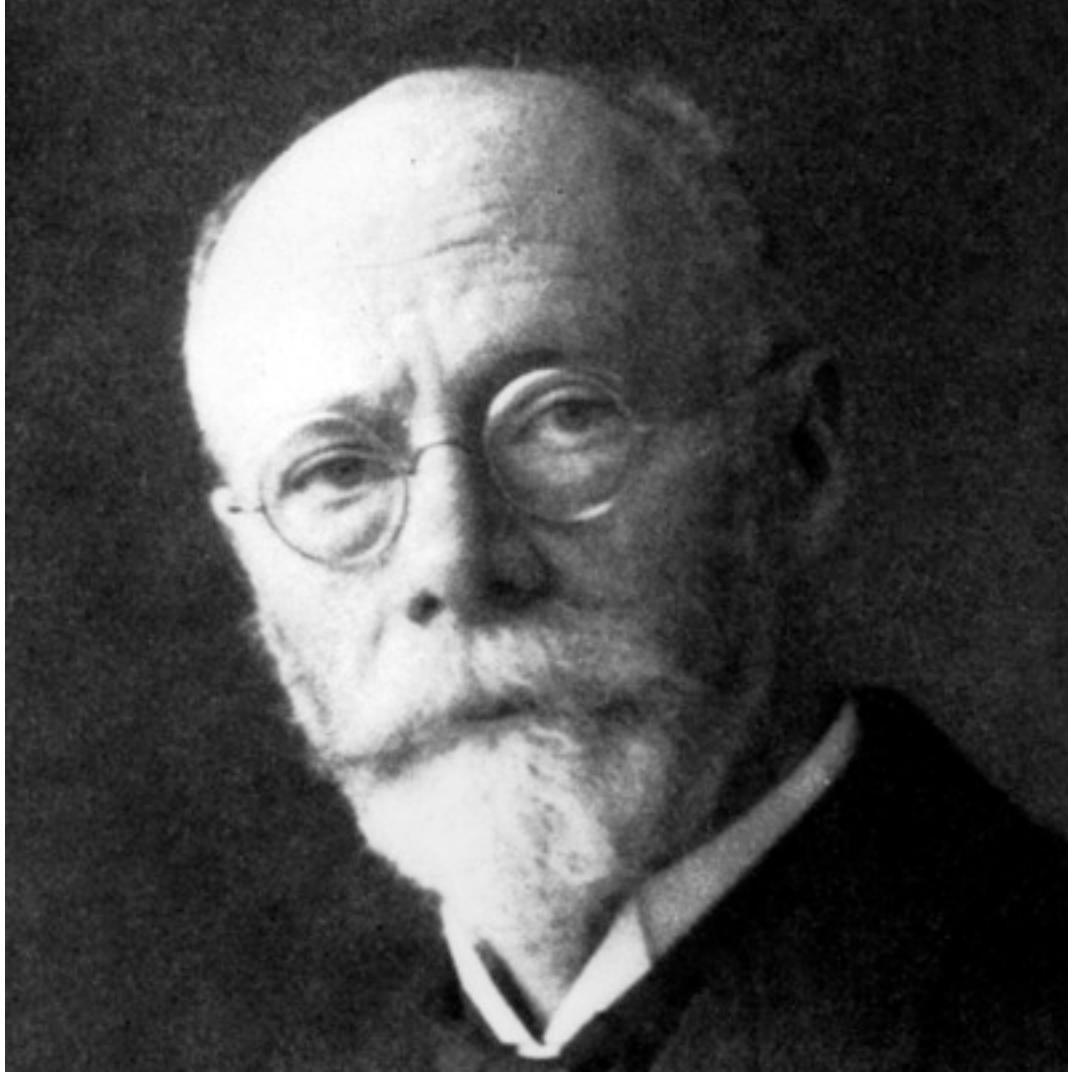


# Pertanto

Fu scientificamente stabilita un'associazione tra il pompaggio ritmico del cuore e i fenomeni elettrici.

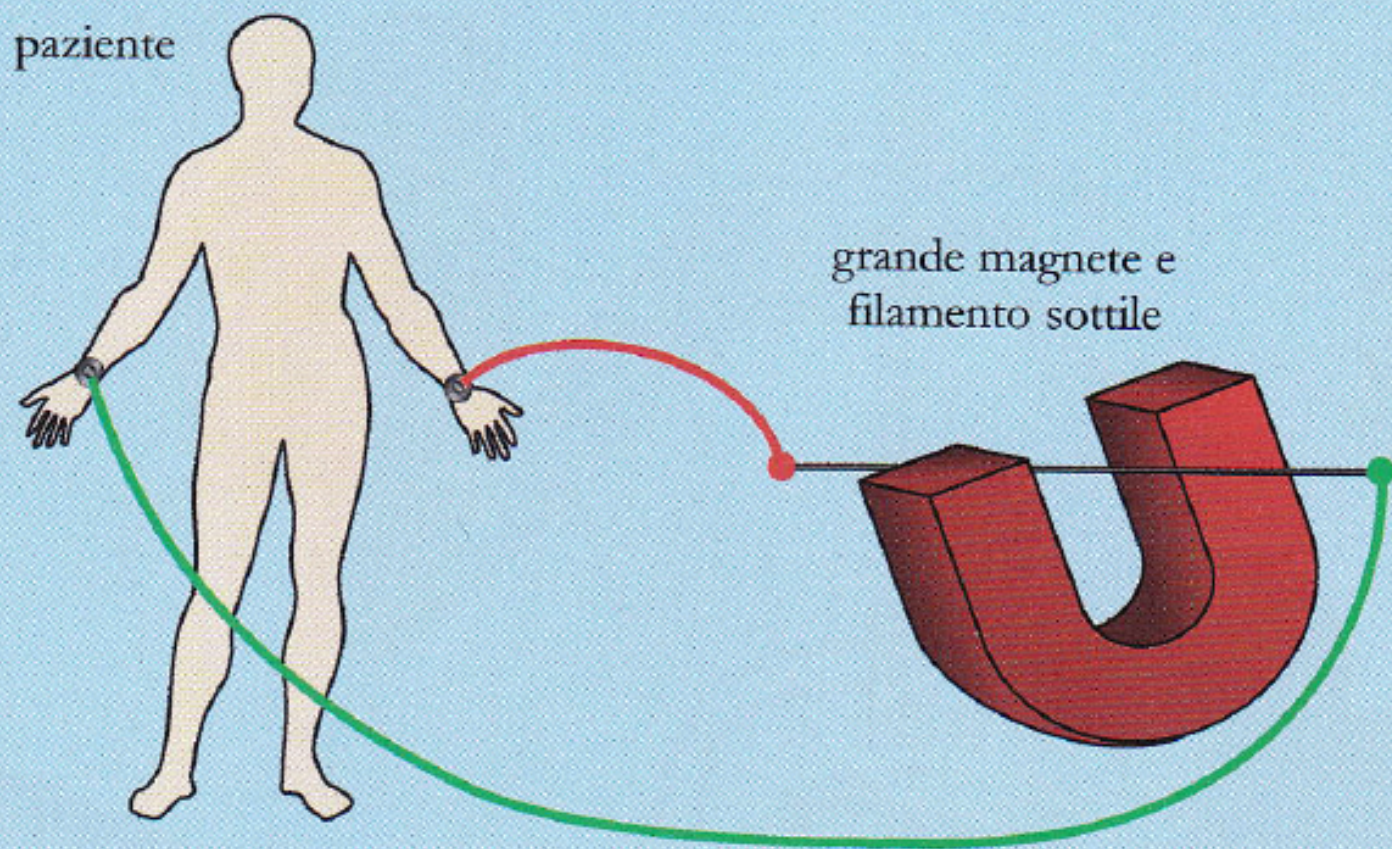


# Willem Einthoven





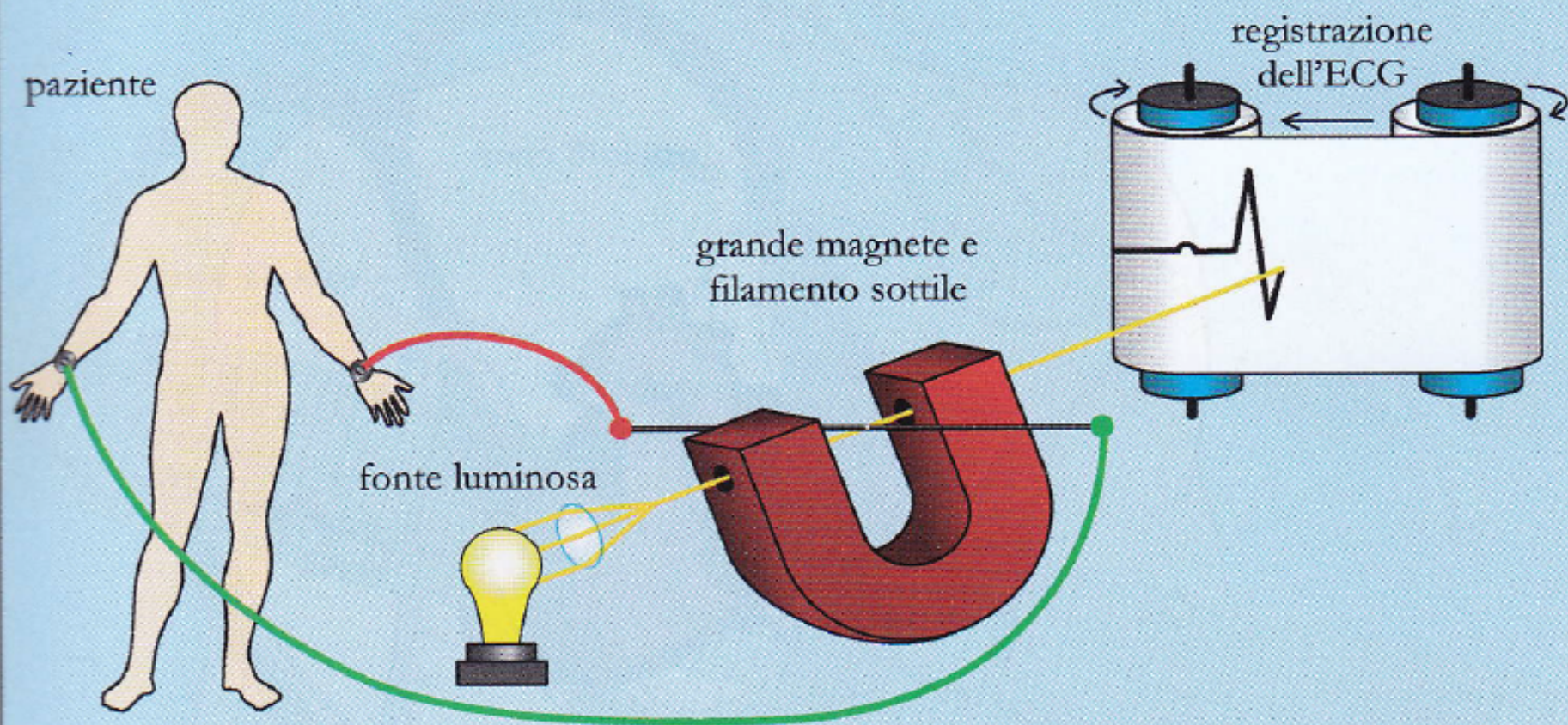
## Ricerca di Willem Einthoven



**Fig. 1.4** – Entra in scena Willem Einthoven, un brillante studioso che sospese un sottile filamento argentato tra i poli di un magnete.



## 1901, Einthoven inventa l'elettrocardiografo



**Fig. 1.5** – Perciò Einthoven proiettò un sottile fascio di luce, attraverso i due fori praticati sui poli del magnete, che intersecava l'oscillante filo argentato. I movimenti ritmici del filamento venivano registrati sotto forma di onde (che lui denominò P, QRS, e T) su di un rotolo di carta fotosensibile in movimento.



# Einthoven 1903-1908



Sviluppò il “*galvanometro a corda*” che consentì la registrazione su carta degli impulsi elettrici del cuore in tutte le sua fasi di attivazione registrate attraverso la cute integra di una persona, sotto forma di onde...

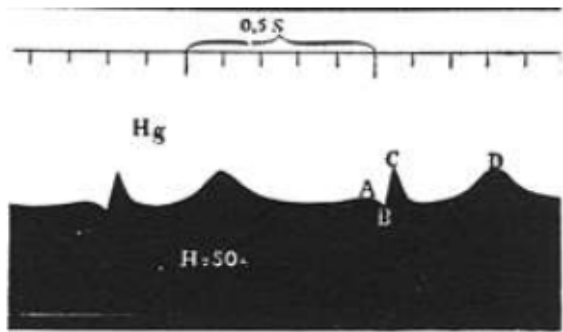


Fig. 33b. Einthoven's tracing (uncorrected).

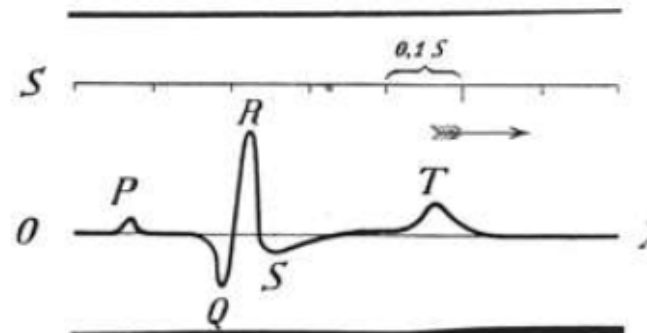
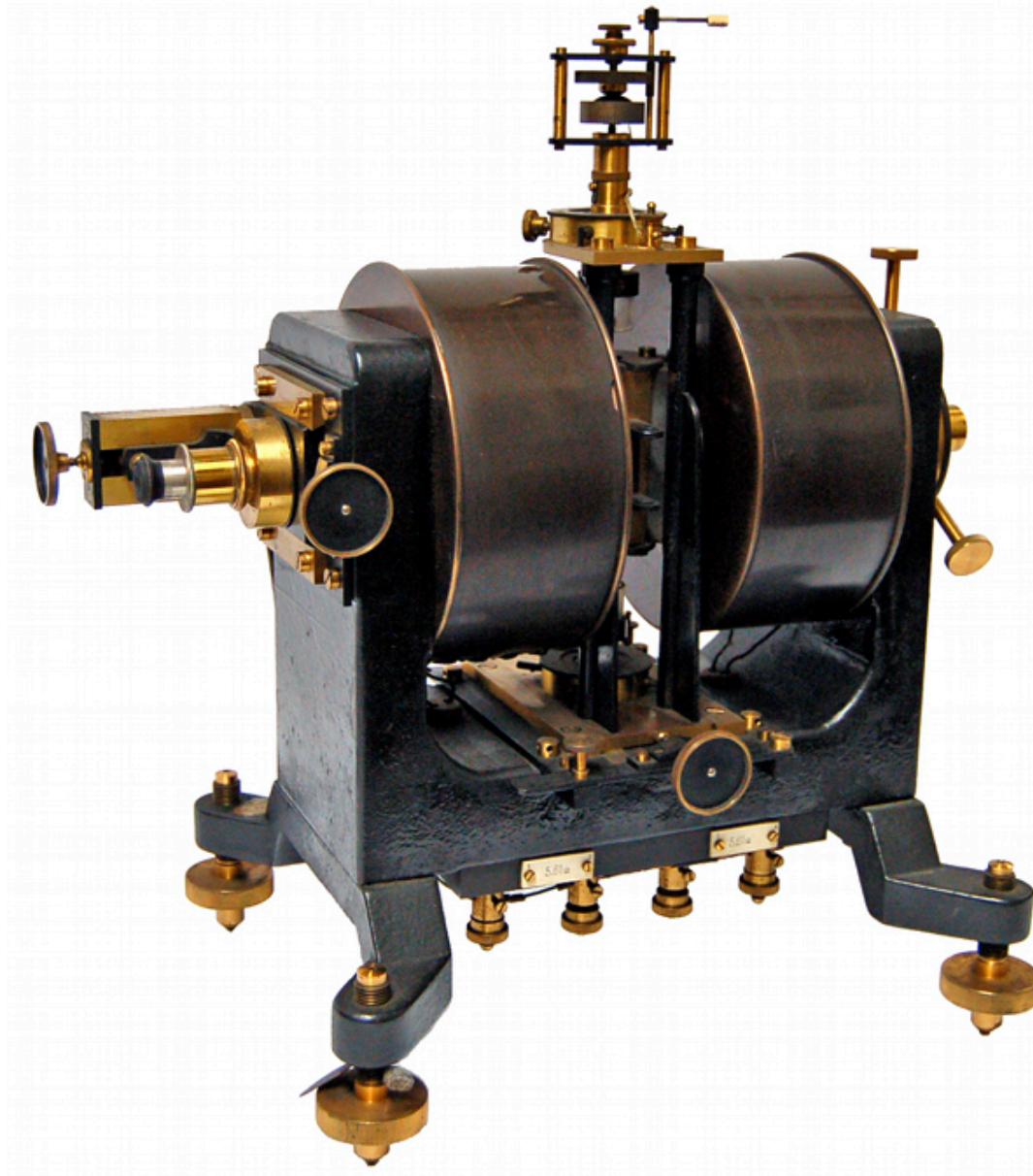


Fig. 33c. The same after correction.



# Galvanometro a corda

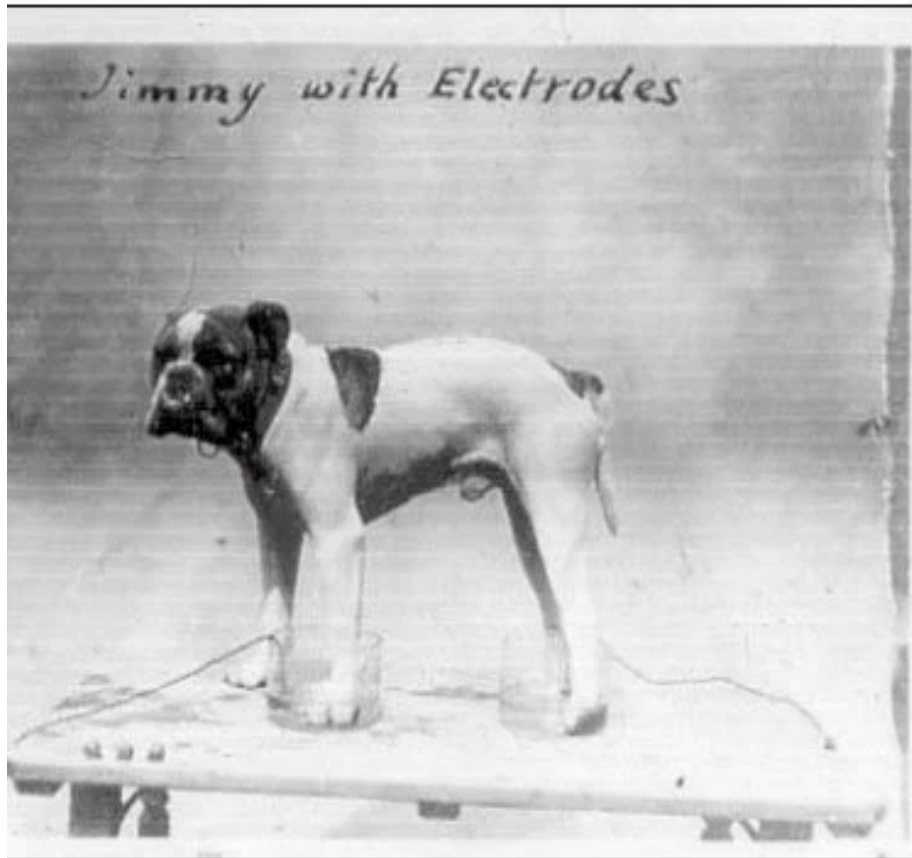


# Segue...

Proprio Einthoven assegnò alle onde che venivano registrate su carta le lettere P, Q, R, S e T.

*A quei tempi ai segmenti di linee curve veniva dato il nome partendo dalla lettera P.*

# Augustus Waller 1909



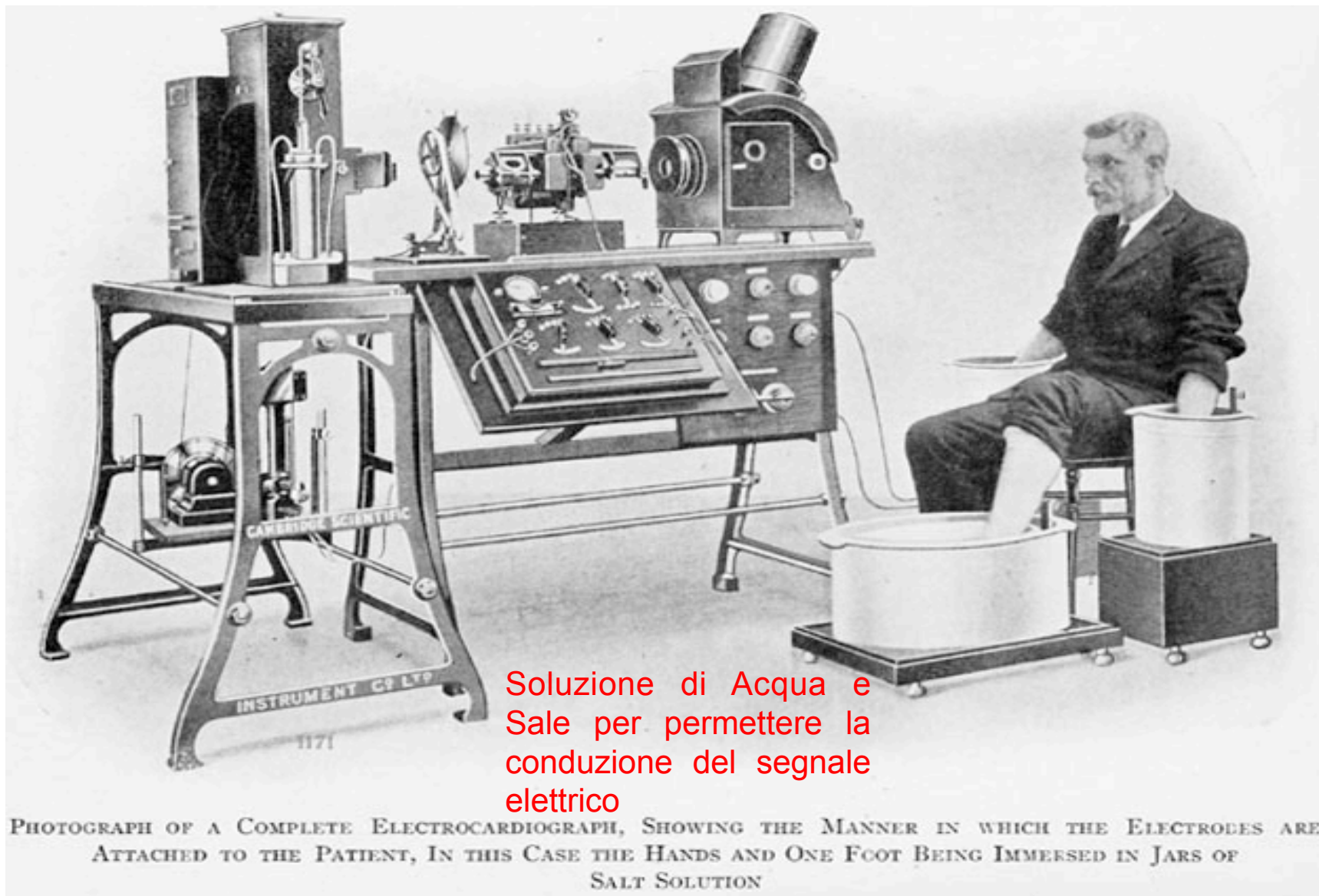
Nel suo esperimento utilizzò come soggetto il suo cane.

Immerse le zampe del cane in soluzione salina.

3: Waller's dog, Jimmy, connected for electrogram with feet in saline

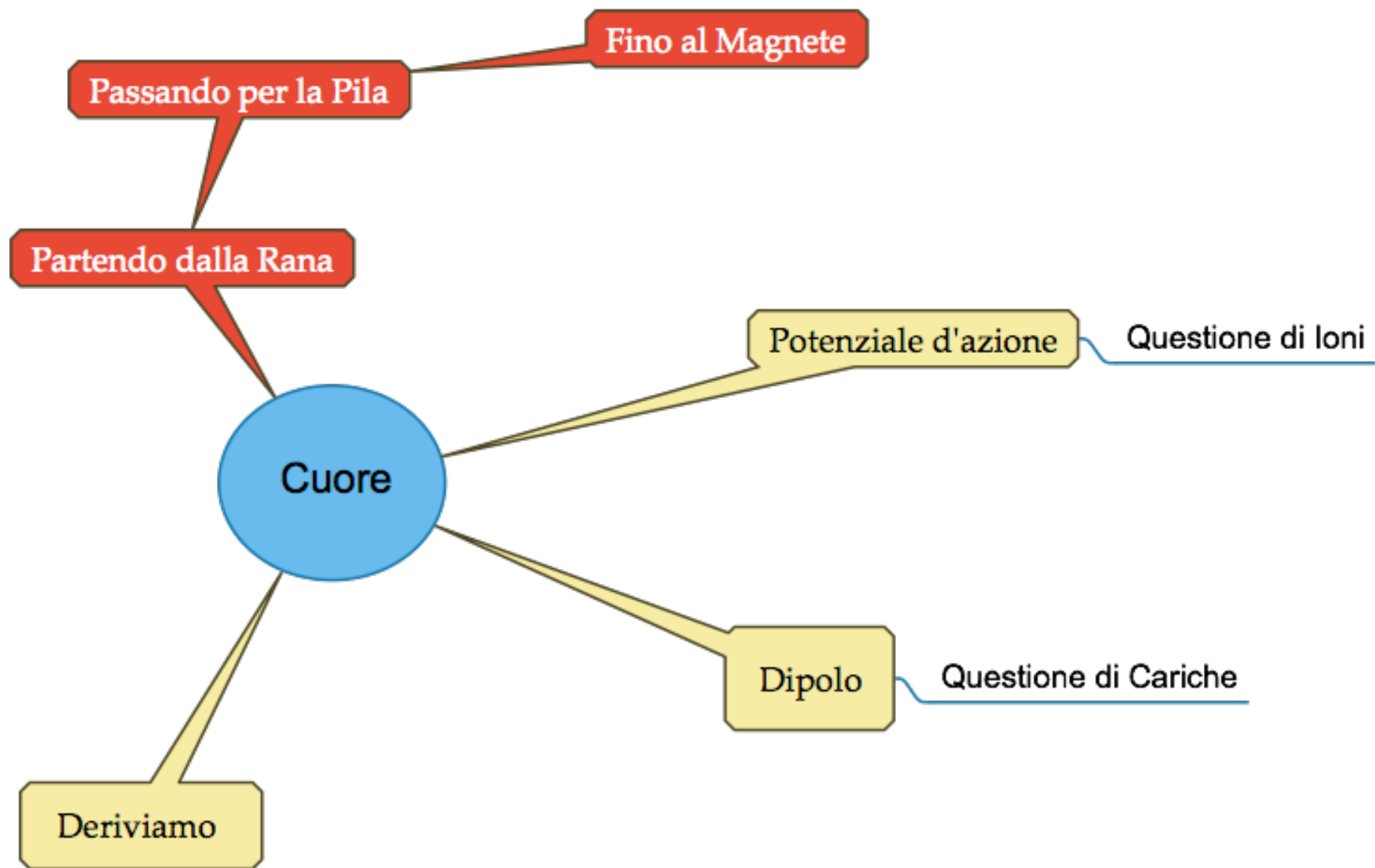


# Thomas Lewis 1912

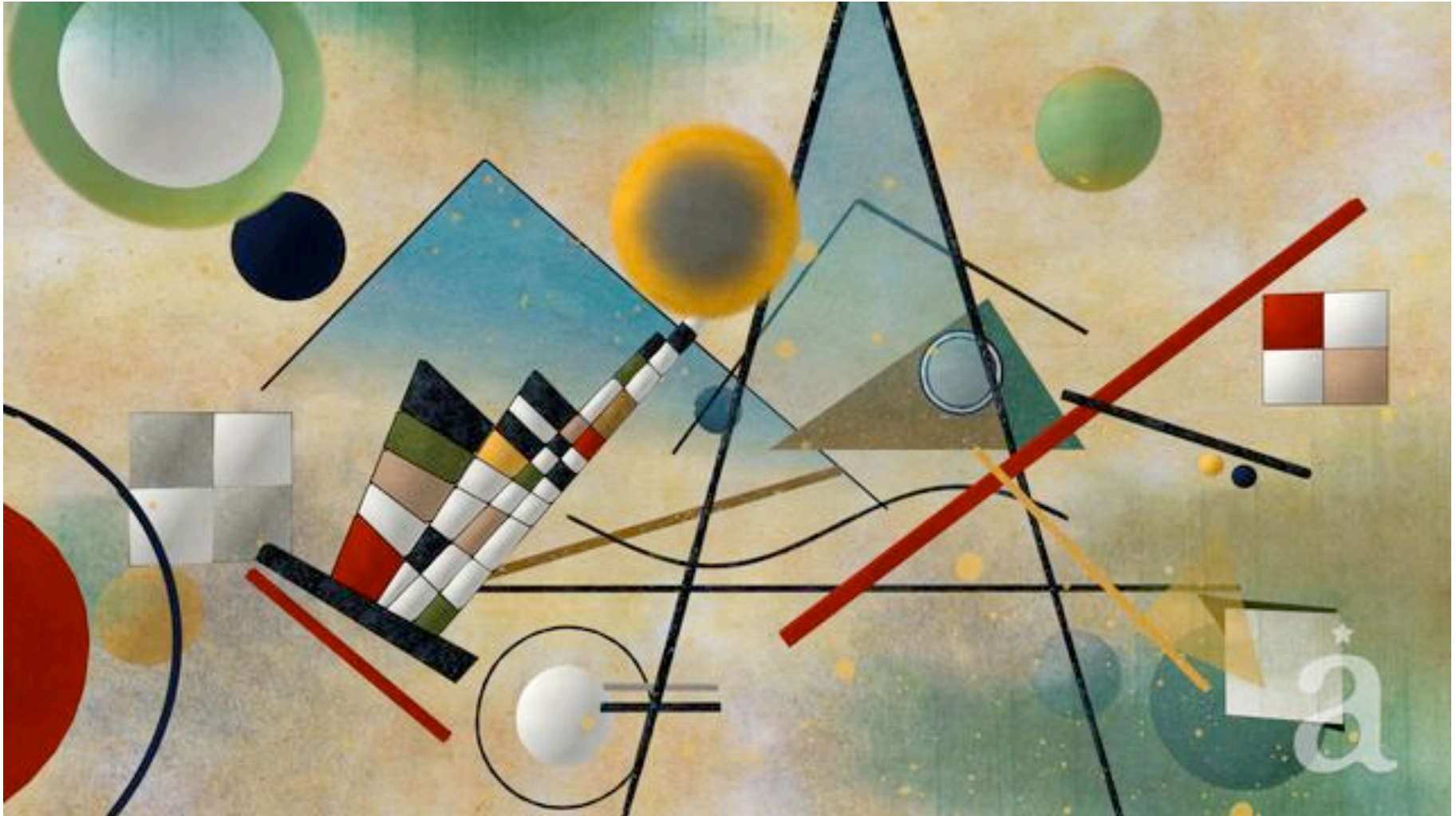


Soluzione di Acqua e Sale per permettere la conduzione del segnale elettrico

PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSSED IN JARS OF SALT SOLUTION



# ECG: cosa fa!





# ECG: cosa fa!

L'ECG registra **l'attività elettrica del cuore**, fornendo una registrazione dell'attività cardio-elettrica, ed è anche una fonte utile di informazione circa la funzione e struttura del cuore.

# ECG: cosa esprime!

La registrazione delle differenze di potenziale che si creano tra punti di misura definiti, in funzione del tempo.

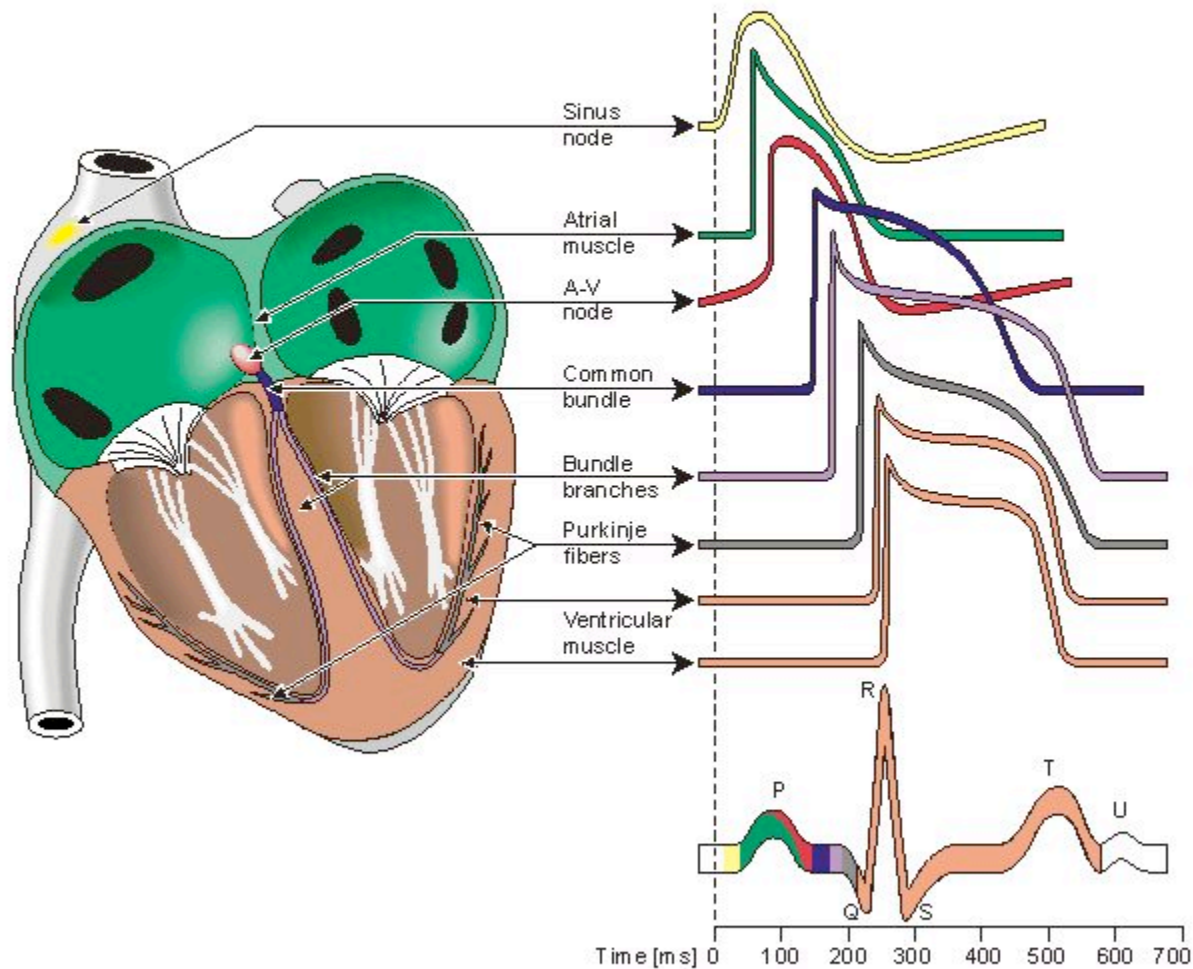
È quindi espressione dell'ECCITAMENTO e non della contrazione cardiaca.

# Attività elettrica del cuore



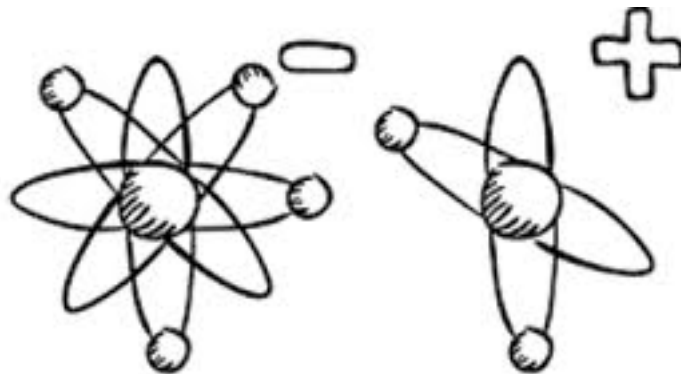


# Dall'impulso elettrico all'ECG



# Di cosa parleremo...

Potenziale d'azione;  
“Questione di Ioni”;

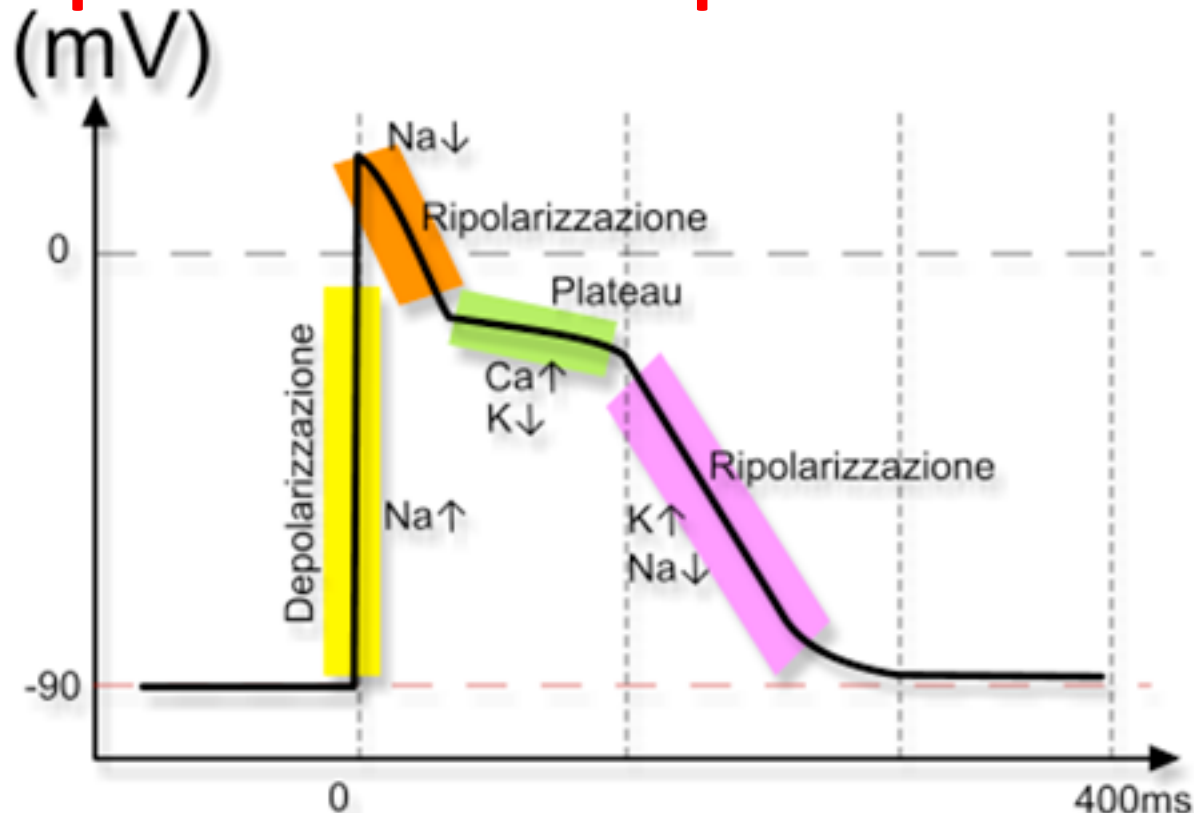


NEGATIVE IONS    POSITIVE IONS

# Potenziale d'azione

La contrazione del muscolo cardiaco non ha luogo fino a che un impulso non si è propagato sulla membrana delle sue fibre.

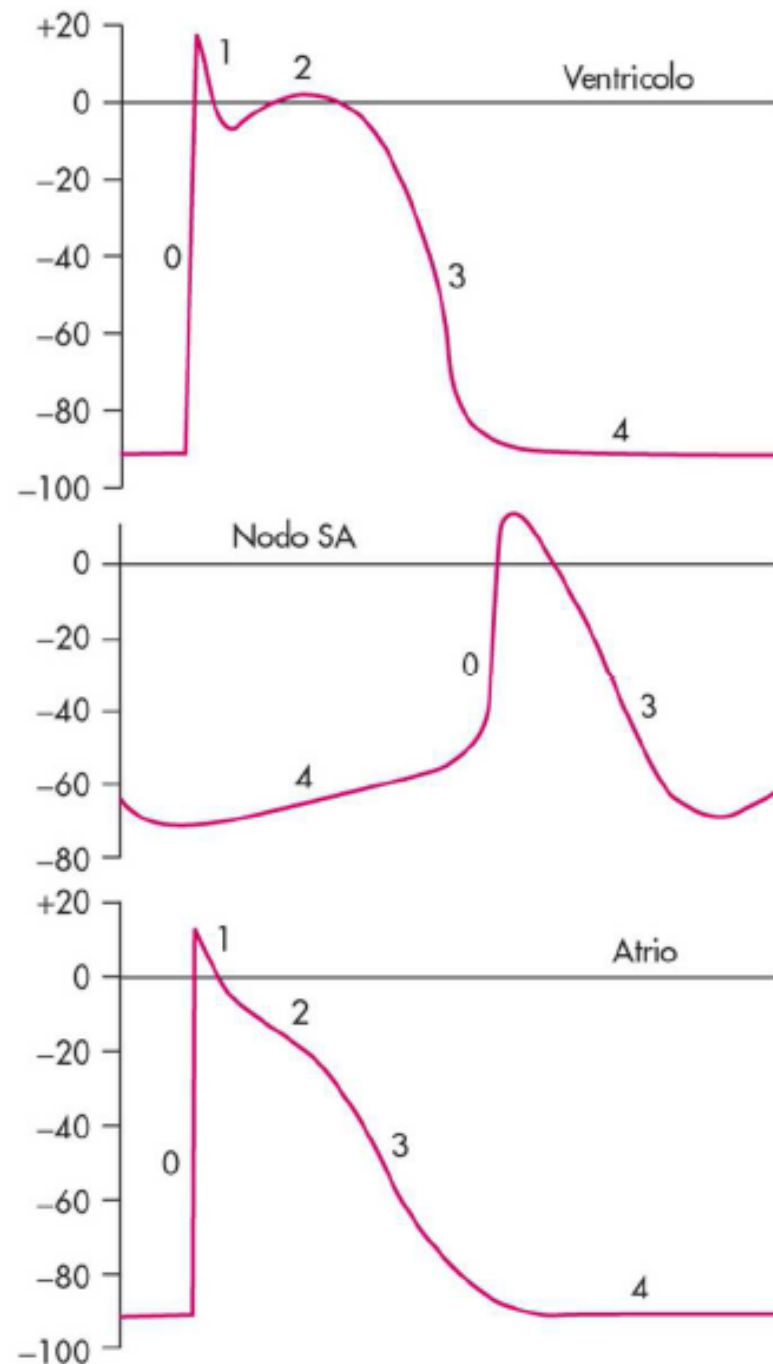
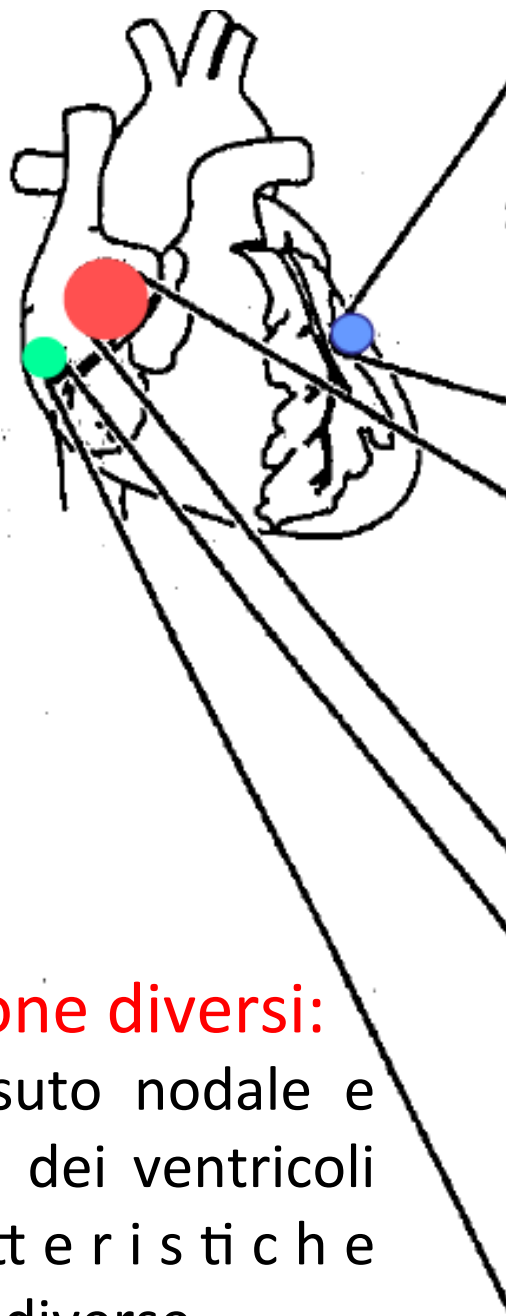
**Tale impulso è chiamato potenziale d'azione.**



# Tipi di fibre muscolari nel cuore

- **Fibre del sistema specifico di eccitamento (tessuto nodale)**, dotate di autoeccitabilità, generano spontaneamente il PA;
- **Fibre del sistema specifico di conduzione**: dotate di elevata velocità di conduzione, permettono la propagazione rapida del PA per garantire l'attivazione in sequenza delle varie parti del cuore;
- **Fibre del miocardio da lavoro (atri e ventricoli)**: vengono attivate dal PA trasmesso dalle fibre muscolari vicine e si contraggono permettendo il lavoro meccanico di pompa.

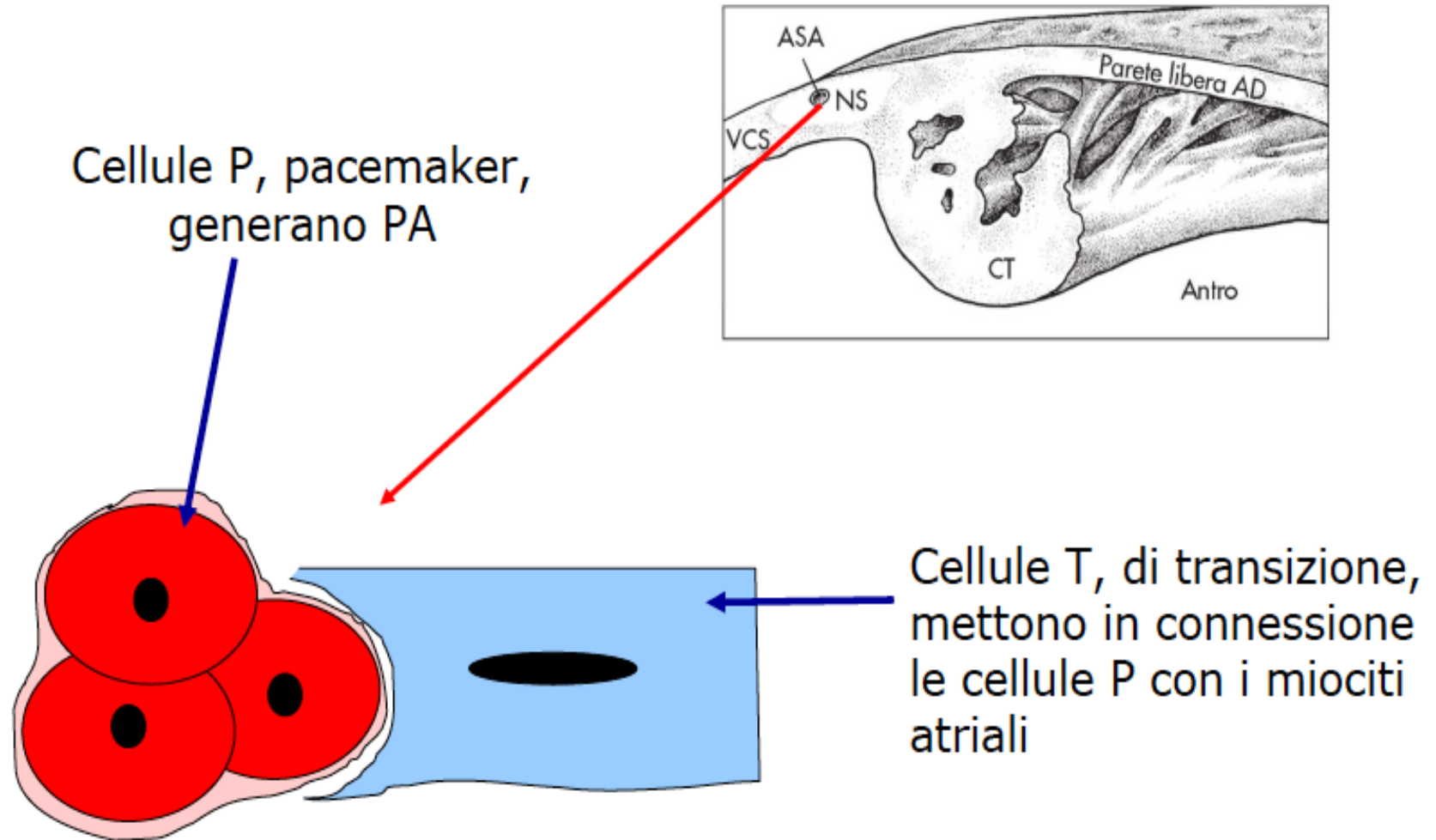




## Potenziali d'azione diversi:

le cellule del tessuto nodale e quelle degli atri e dei ventricoli hanno caratteristiche elettrofisiologiche diverse

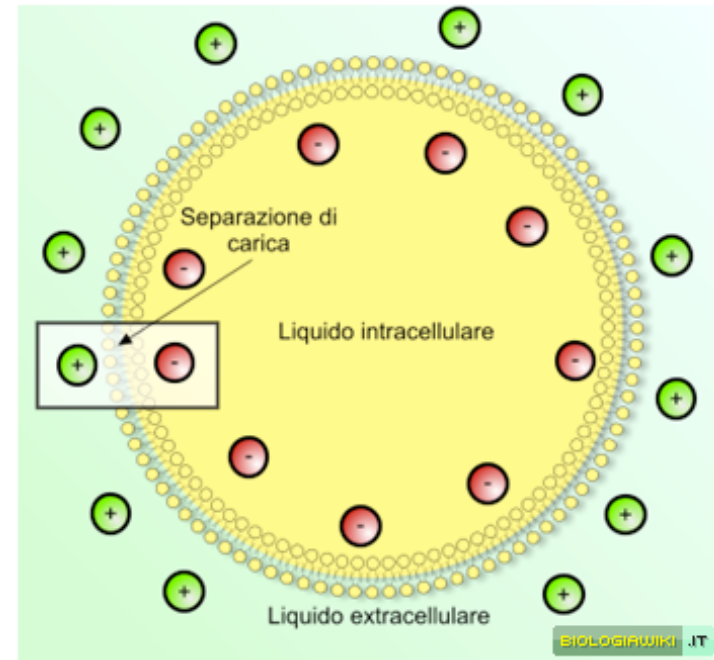
# ORGANIZZAZIONE CELLULE NODO SENO-ATRIALE



# Processo elettrico

Un potenziale d'azione ha alla sua base un processo elettrico.

In condizioni di riposo, l'interno della membrana si mantiene elettricamente negativa rispetto all'esterno...

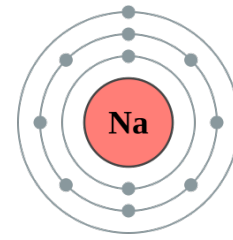


# Insorgenza Potenziale Elettrico

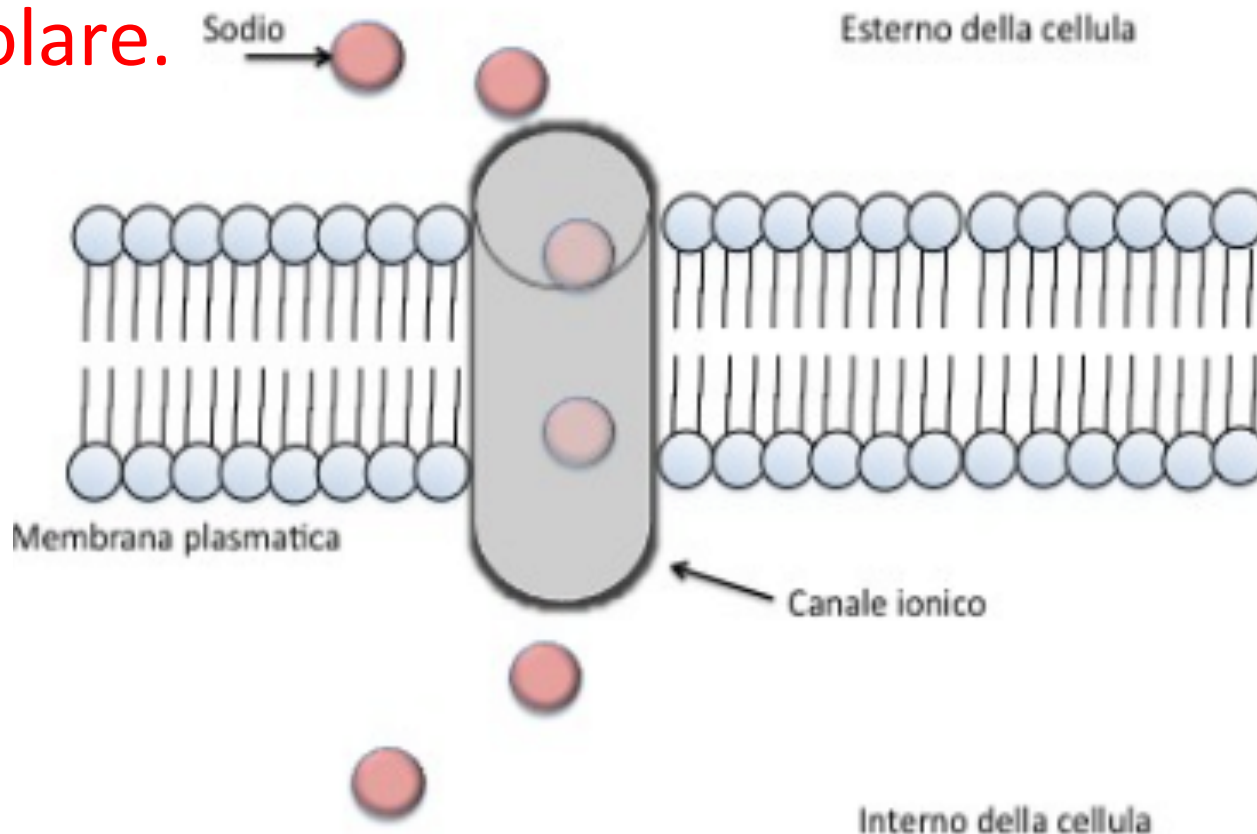
Ma se la membrana è “disturbata”  
tramite corrente elettrica, si  
determina l'insorgenza di un  
potenziale d'azione.



# Ioni Sodio

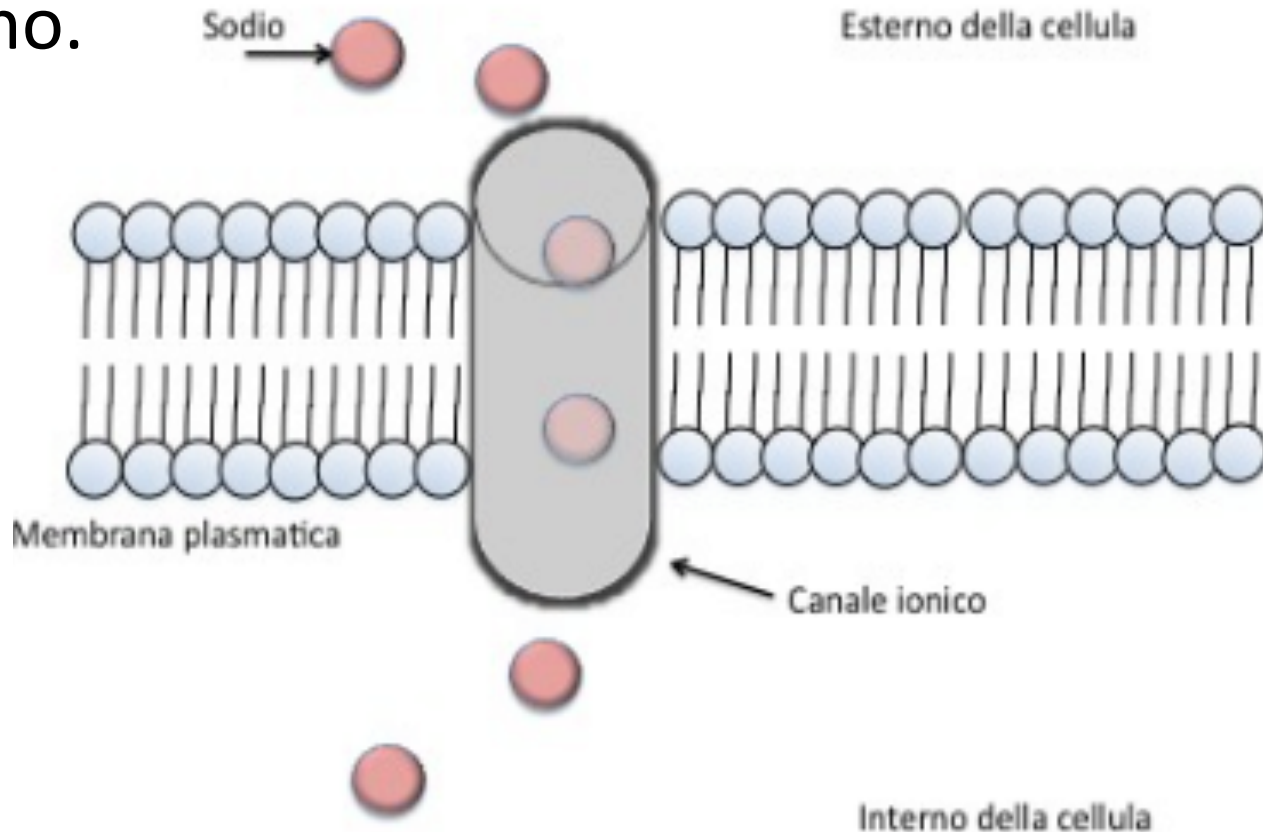


Il potenziale deriva da un improvviso spostamento degli ioni sodio attraverso la membrana, verso l'interno della fibra muscolare.



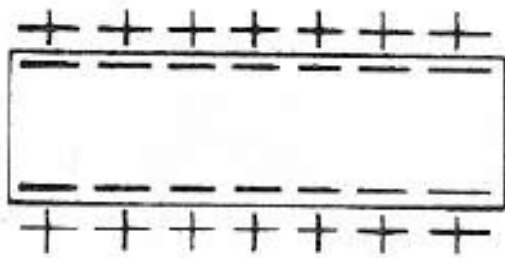
# Ioni

Ciò dipende dal fatto che la permeabilità della membrana al sodio aumenta, e che gli ioni sodio sono molto più concentrati all'esterno della fibra che all'interno.

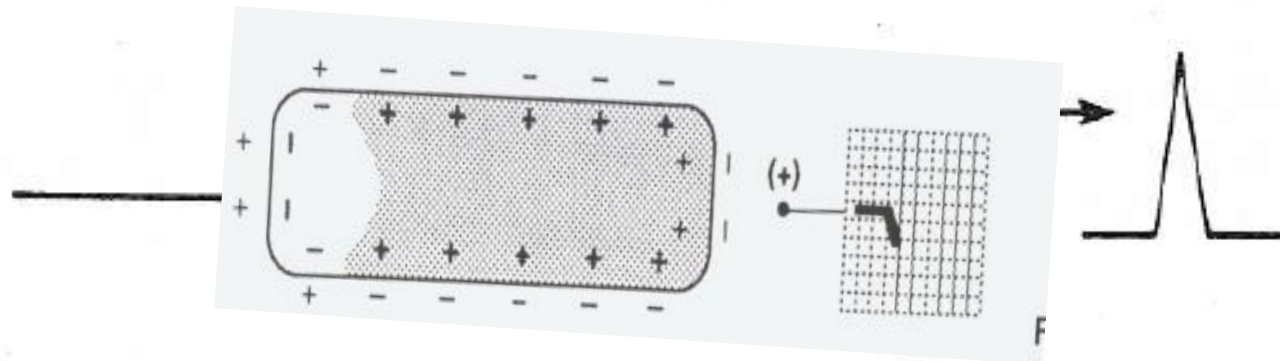
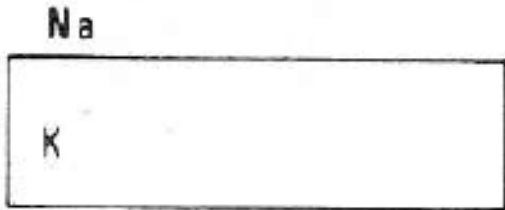


# Segue...

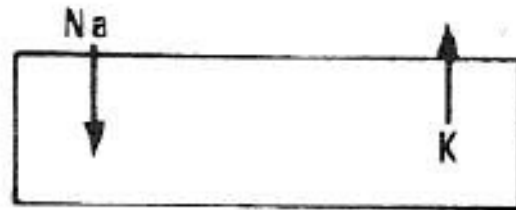
A questo punto la membrana diviene improvvisamente positiva all'interno e negativa all'esterno



Cellule polarizzate a riposo



Cellule polarizzate attivate





# Na vs Na

Il gran numero di ioni Na all'interno della cellula  
oltre a mantenere positiva la fibra, impedisce ad  
altri ioni di sodio di entrare, per cui questo stato  
di cose **arresta** l'ulteriore flusso di sodio  
all'interno della cellula.

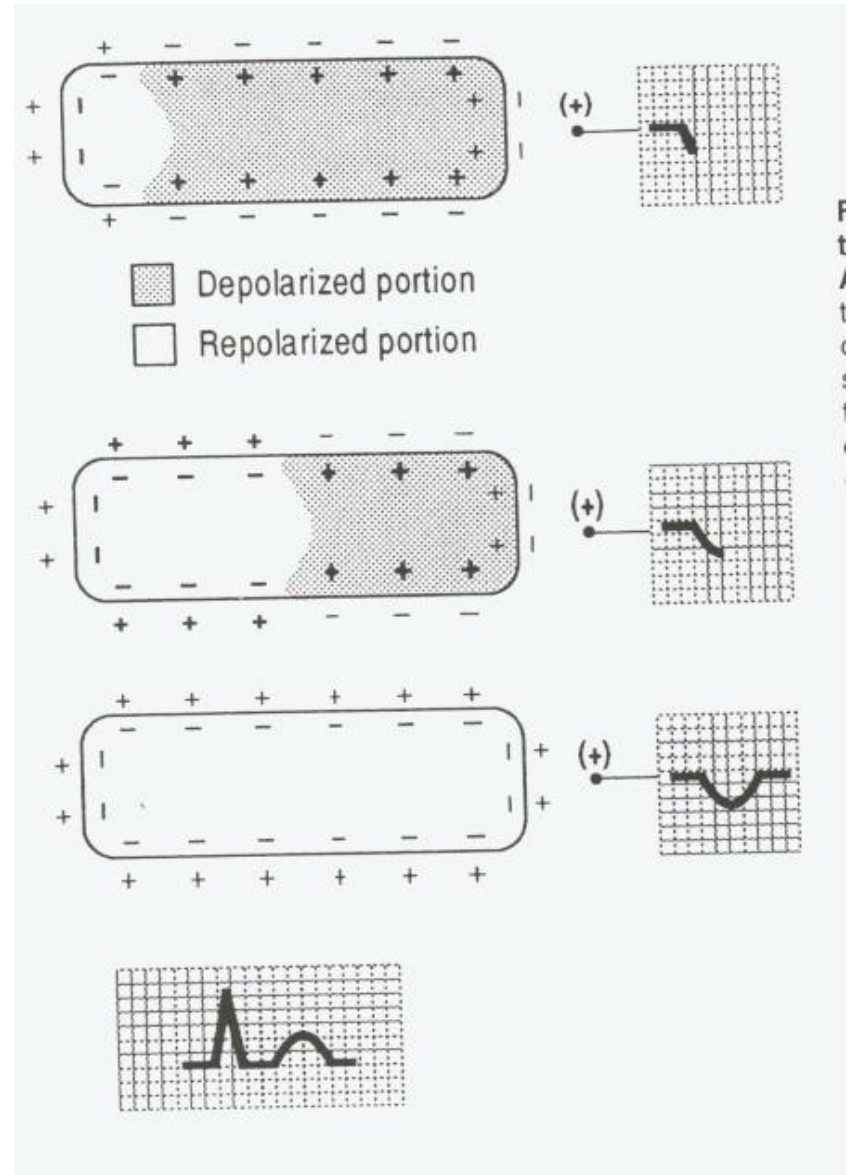
# A proposito di K

Tale **arresto** si accompagna a un ritorno dell'impermeabilità della membrana al sodio.

Poiché la concentrazione degli ioni potassio all'interno della fibra è molto più elevata che all'esterno, parecchi ioni K diffondono all'esterno portando con se cariche positive.

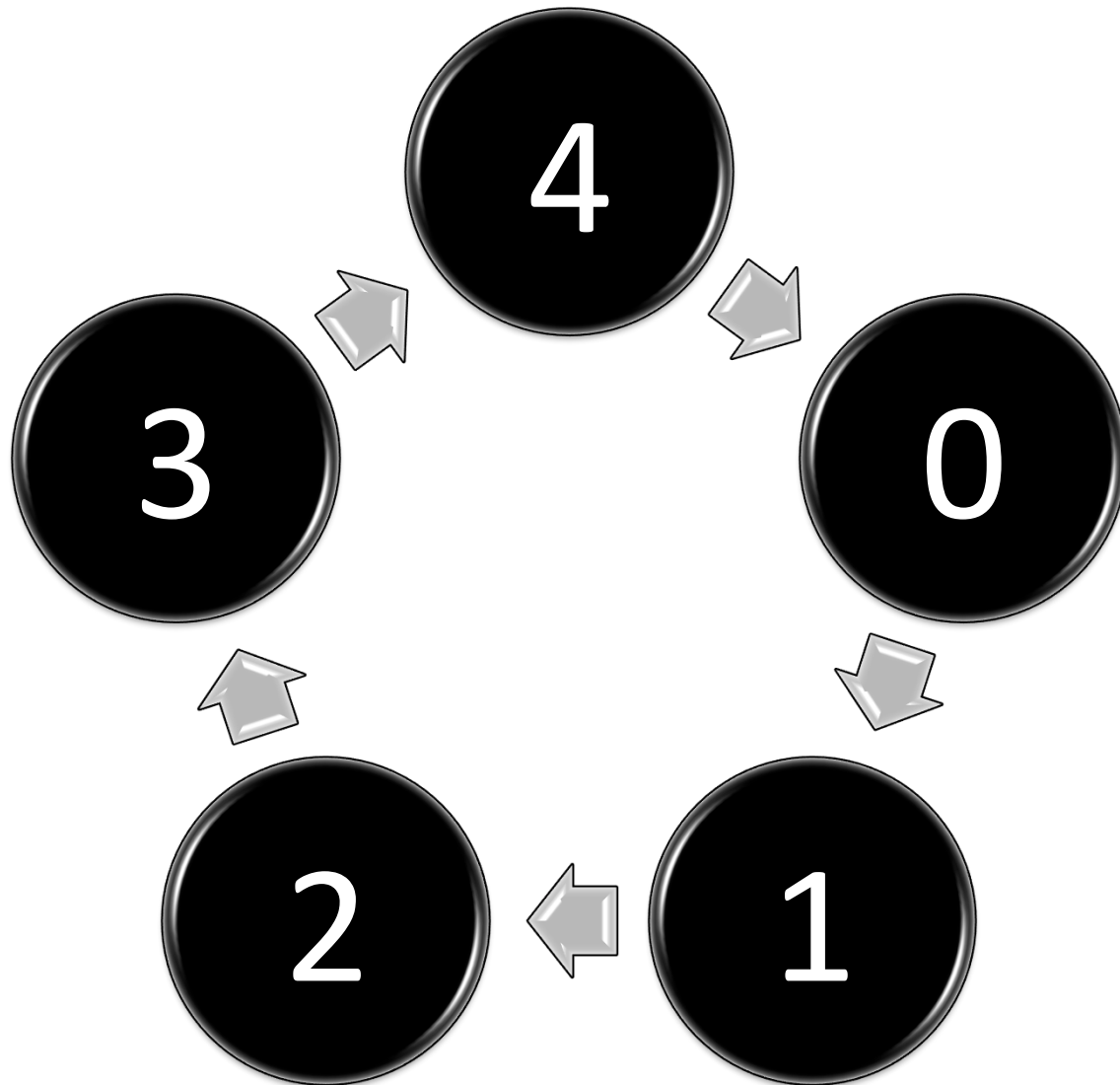
# A proposito di K

Ciò ricrea l'elettronegatività all'interno della membrana e la positività all'esterno, e tale processo è chiamato **RIPOLARIZZAZIONE**.





# Fasi Potenziale d'azione



# Fasi CELLULE DEL TESSUTO CONTRATTILE

Fase 4. Potenziale di riposo:  
(-90 mV) stabile

Potenziale d'azione:

Fase 0. depolarizzazione  
rapida ( $\text{Na}^+$ -dipendente)

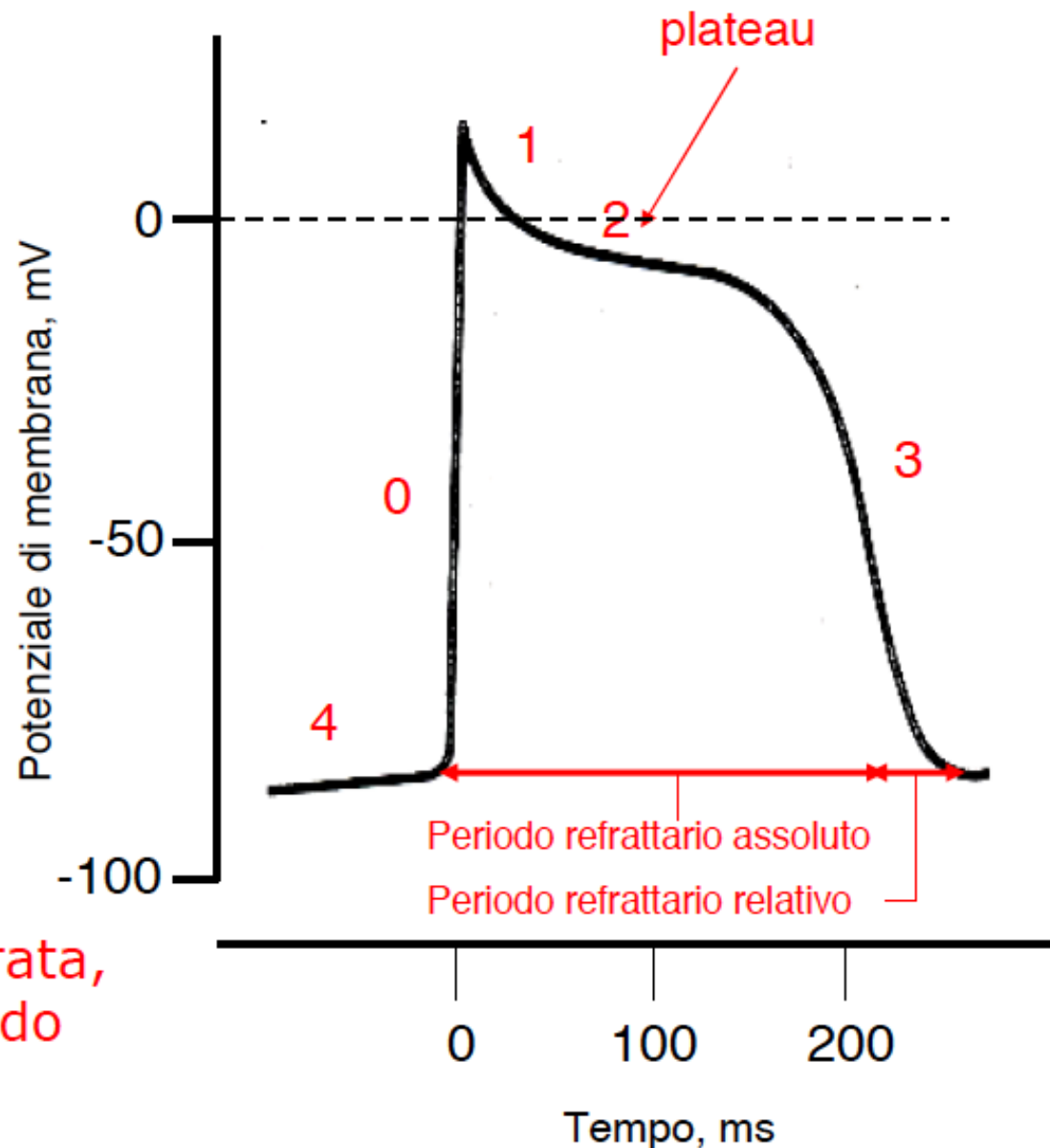
Fase 1. ripolarizzazione  
precoce

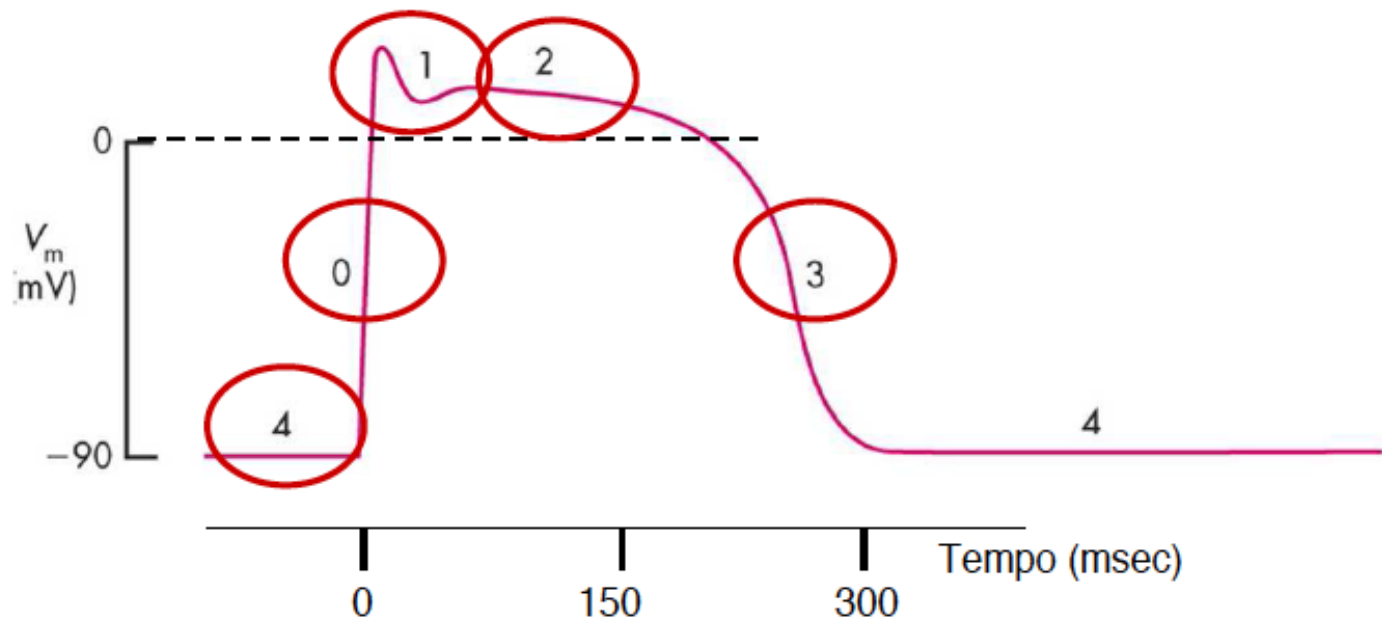
Fase 2. plateau ( $\text{Ca}^{2+}$ -  
dipendente)

Fase 3: ripolarizzazione  
tardiva ( $\text{K}^+$ -dipendente)

Caratterizzato da lunga durata,  
con allungamento del periodo  
refrattario assoluto

Di Grassi S.





Fase 4: **Potenziale di riposo** stabile ( $-90$  mV), corrente  $K^+$

Fase 0: **Depolarizzazione rapida**, corrente  $Na^+$  (entrante)

Fase 1: **Ripolarizzazione rapida e breve**, inattivazione canali  $Na^+$ , corrente  $K^+$  ( $I_{Kto}$ , transient outward,) ed inattivazione corrente  $I_{Kir}$

Fase 2: **Plateau**, corrente  $Ca^{2+}$  (corrente  $I_{si}$ , slow inward, coinvolta anche nella contrazione) controbalanciata da correnti  $K^+$  ( $I_{Kto}$ , fase iniziale ed  $I_{KV}$ , fase finale)

Fase 3: **Ripolarizzazione**, riduzione corrente  $Ca^{2+}$  e progressivo aumento corrente  $I_{KV}$ . Nella fase finale, si riattiva  $I_{Kir}$  ( $V_m$  tra  $-20$ ,  $-60$  mV).



# Percorso PA nel cuore

## NODO SENO-ATRIALE

0.02-0.1 m/sec

## ATRI

0.5-1 m/sec

## NODO ATRIO-VENTRICOLARE

Rallentamento  
nodale

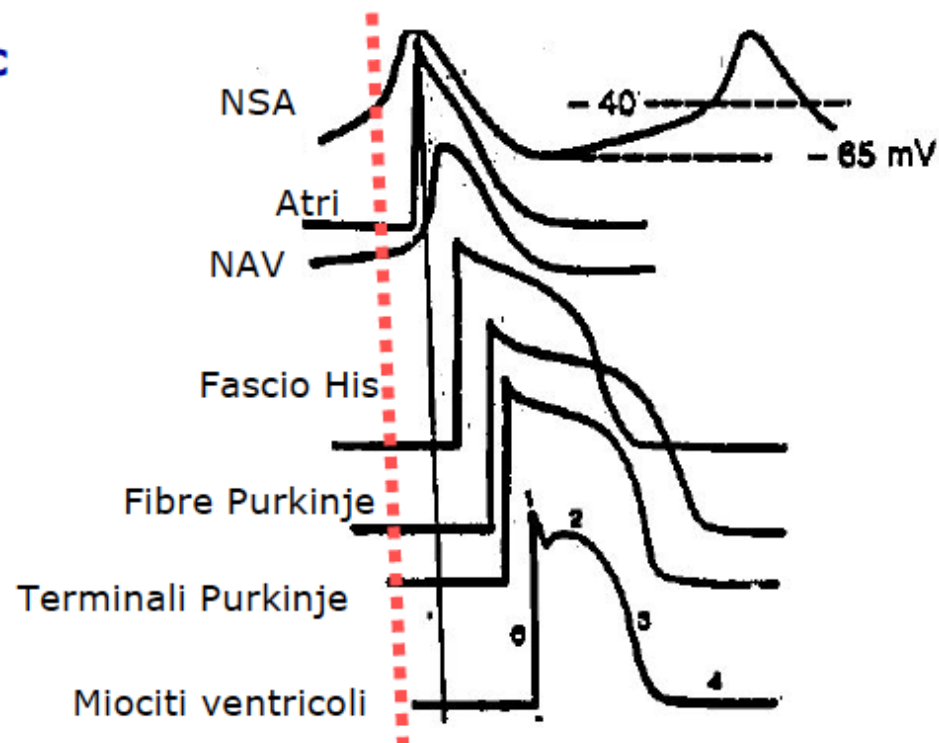
0.05 m/sec

## FASCIO DI HIS-PURKINJE

1-4 m/sec

## VENTRICOLI

1 m/sec



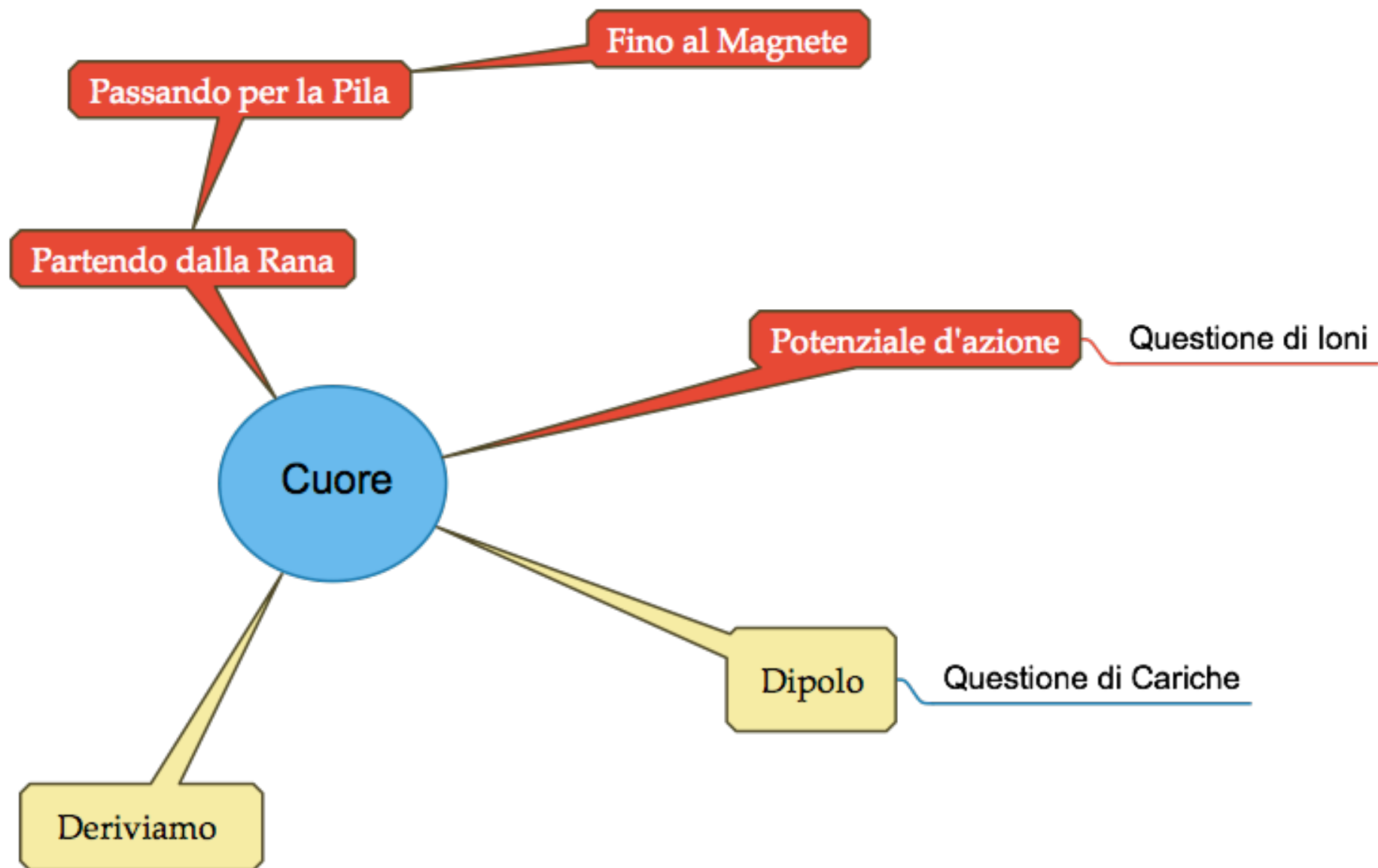
# Elettronegatività

Dopo che la fibra si è ripolarizzata, gli ioni sodio (presenti all'interno) e gli ioni potassio (che sono presenti all'esterno), devono ritornare alle loro sedi originarie.

# Elettronegatività

Ciò è effettuato tramite la **pompa del sodio**, la quale **espelle all'esterno gli ioni sodio**, creando un'elettronegatività (deficienza di cariche positive all'interno della membrana).

**Tale elettronegatività attira nuovamente gli ioni potassio all'interno**, riportando le differenze ioniche al livello originale.







# Programma

- ☒ Storia dell'ECG;
- ☒ Che cosa è l'ECG;
- ☐ Principi generali.

# Principi generali

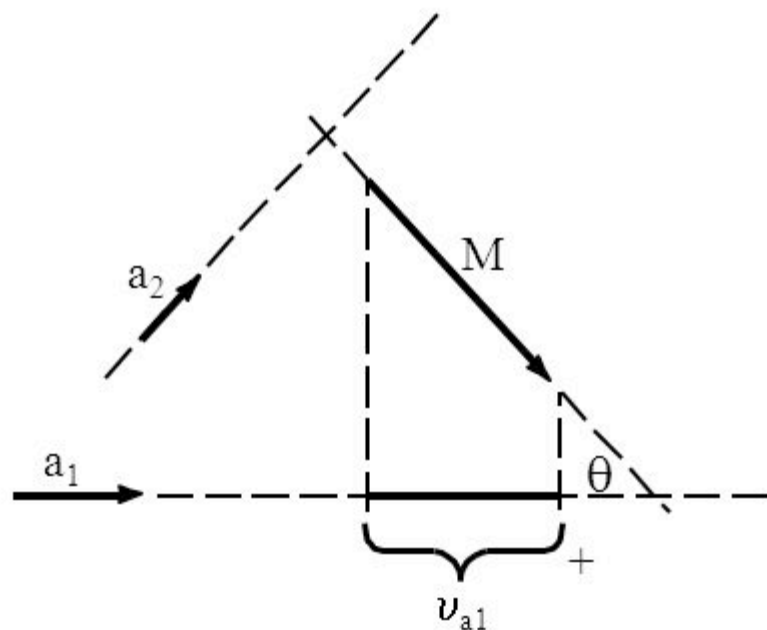
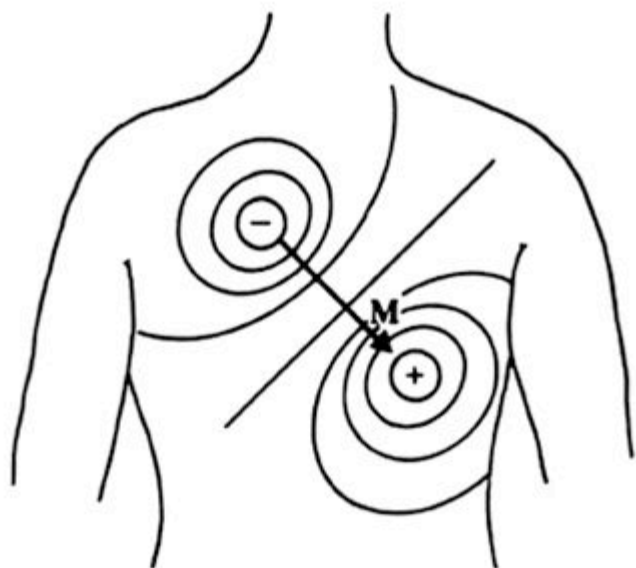


# Ciclo cardiaco

Durante un ciclo cardiaco la superficie delle cellule depolarizzate, diviene elettricamente negativa rispetto a quella delle cellule ancora a riposo.

Si crea un'onda di depolarizzazione il cui fronte può essere fisicamente equiparato a una serie di elementi polarizzati, cioè dipoli elettrici

# Elettrocardiogramma



L'attività elettrica del cuore è rappresentata da un vettore dipolo elettrico.

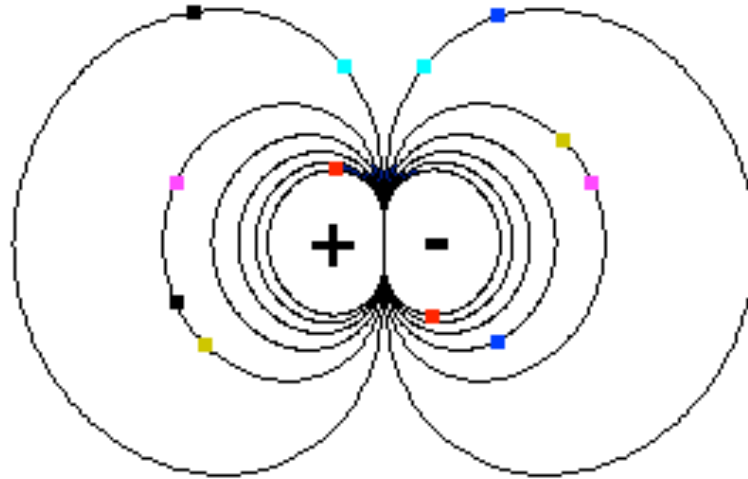


# Dipolo

Un dipolo è costituito da una coppia di sorgenti elettriche aventi carica elettrica di uguale entità, ma di segno opposto.

Nella depolarizzazione ciascun dipolo è disposto con l'estremo negativo nella zona eccitata e l'estremo positivo in quella ancora a riposo.

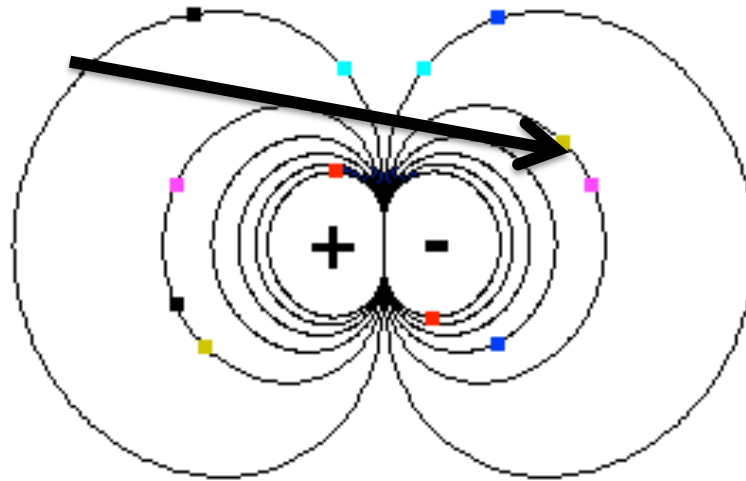
# Esempio



Immaginiamo di avere semplici cariche elettriche.

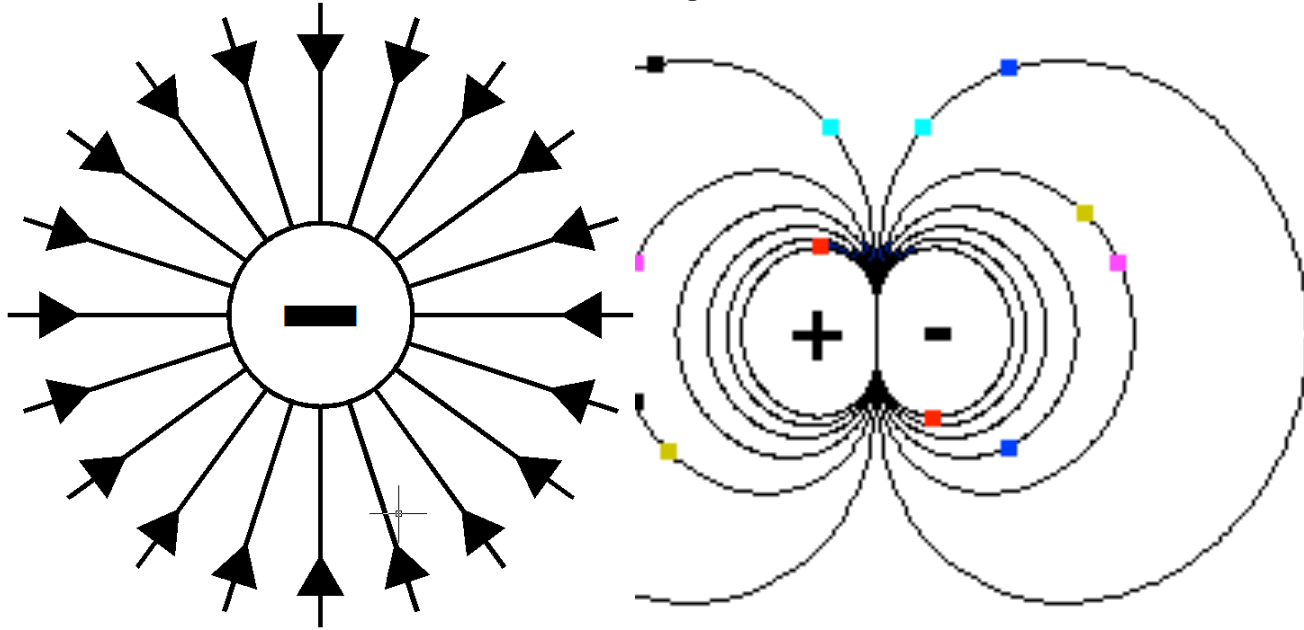
Prendiamo una cellula cardiaca parzialmente eccitata (la metà sinistra eccitata, con interno positivo ed esterno negativo, mentre la metà destra non ancora eccitata, con interno negativo e esterno positivo).

# Esempio



La direzione della propagazione del fronte dell'onda di eccitazione va da sinistra a destra.

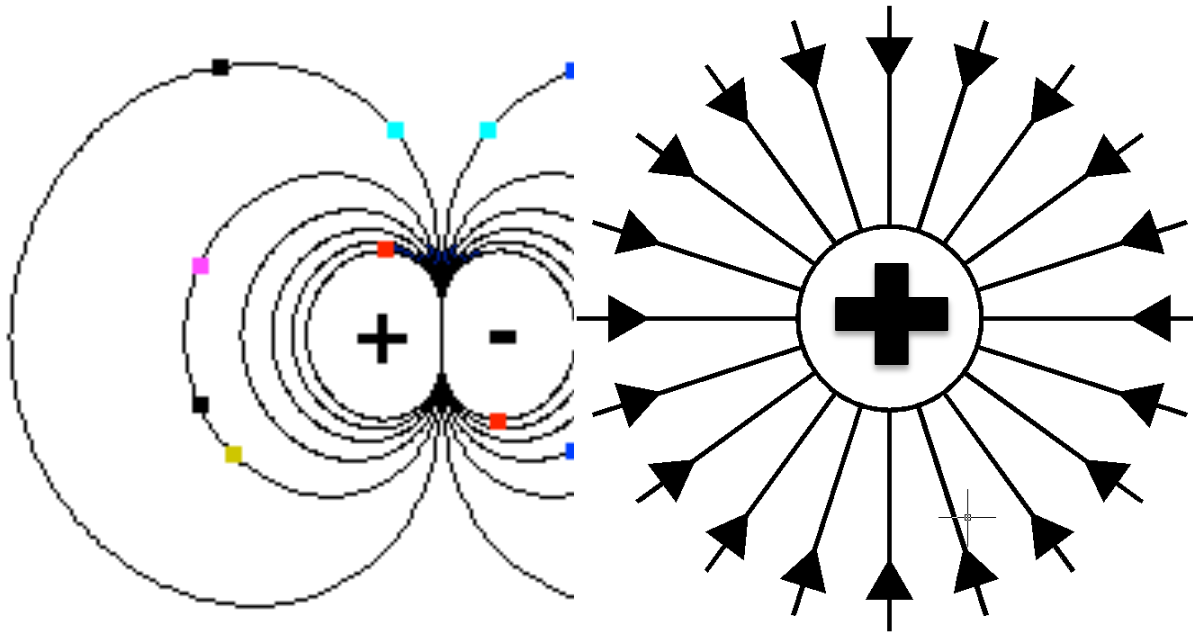
# Esempio



Supponiamo che le cariche negative, che sono sulla superficie esterna della membrana già eccitata, **le pensiamo come tutte concentrate in un unico punto**, a cui assegniamo il segno negativo



# Esempio



Supponiamo che le **cariche positive**, della **zona non ancora eccitata** le concentriamo in un unico punto, esso avrà il **segno positivo**.

# Spiegazione

In questo modo abbiamo creato un **dipolo**:  
una coppia di cariche di segno opposto  
separate da una distanza.

## Key Point

È importante capire che la carica negativa del dipolo corrisponde alla zona eccitata e la carica positiva corrisponde alla zona non ancora eccitata.

# Da Dipolo a Vettore

Il dipolo elettrico può essere espresso attraverso un Vettore che prende il nome di Vettore  $\vec{H}$  (maiuscolo con la freccia sopra).

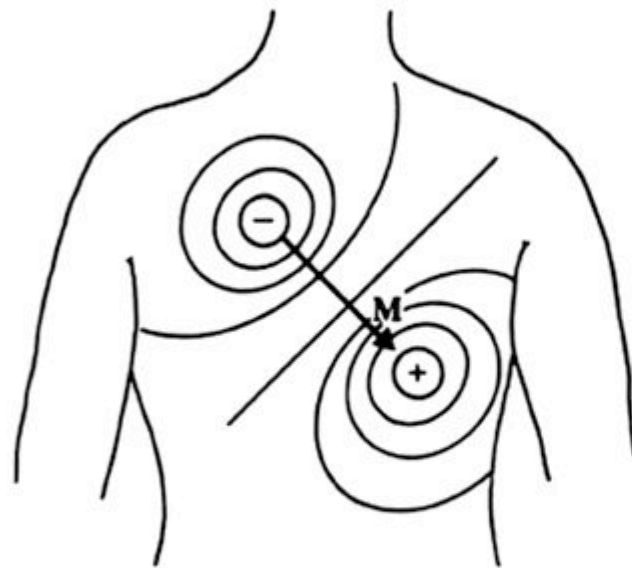
**Il Vettore è caratterizzato da:**

- **Direzione:**
- **Verso:**
- **Modulo o intensità:**



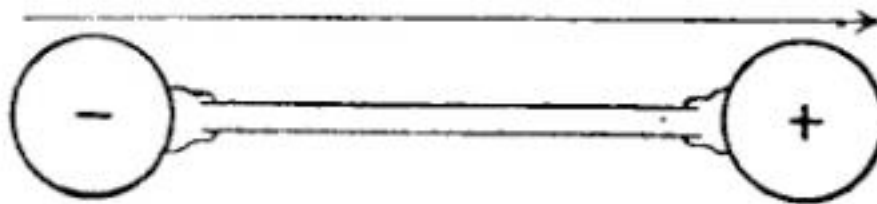
# Caratteristiche Vettore

- **Direzione:** corrisponde all'asse del dipolo (linea retta che passa attraverso entrambi i punti);
- Verso: per convenzione positivo, quindi dalla zona ancora eccitata;
- Modulo o intensità: proporzionale al momento elettrico del dipolo, definito come la quantità di carica separata, moltiplicata per la distanza di segno opposto.



# Caratteristiche Vettore

- Direzione: corrisponde all'asse del dipolo (linea retta che passa attraverso entrambi i punti);
- **Verso:** per convenzione in ECG va da negativo a positivo, quindi dalla zona eccitata a quella non ancora eccitata;
- Modulo o intensità: proporzionale al cosiddetto momento dipolare, che è il prodotto delle cariche definite separatamente per la distanza di segno opposto.

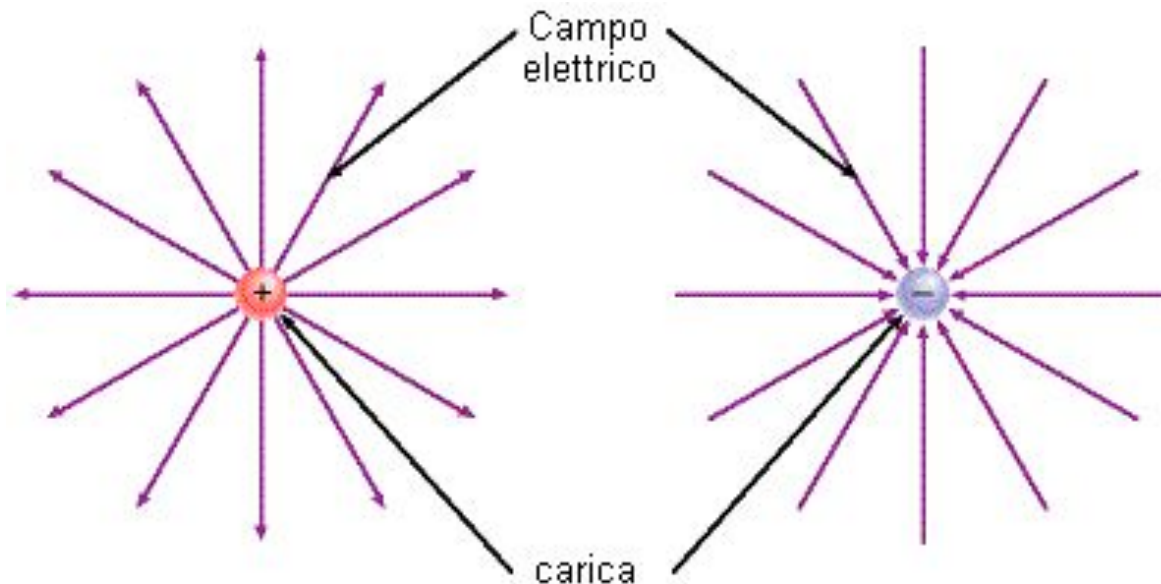


# Caratteristiche Vettore

- Direzione: corrisponde all'asse del dipolo (linea retta che passa attraverso entrambi i punti);
- Verso: per convenzione in ECG va da negativo a positivo, quindi dalla zona eccitata a quella non ancora eccitata;
- **Modulo o intensità:** proporzionale al cosiddetto momento elettrico del dipolo (abbreviato  $u$ ), che è definito come la quantità di carica del dipolo separata, moltiplicata per la distanza  $L$  tra le cariche di segno opposto.

# Misurazione campo elettrico

Come detto una coppia di cariche ferme genera un campo elettrico, che può essere misurato in uno spazio tridimensionale attorno a questo dipolo, se il conduttore è omogeneo **misurerò valori di potenziale elettrico a varie distanze dal dipolo.**

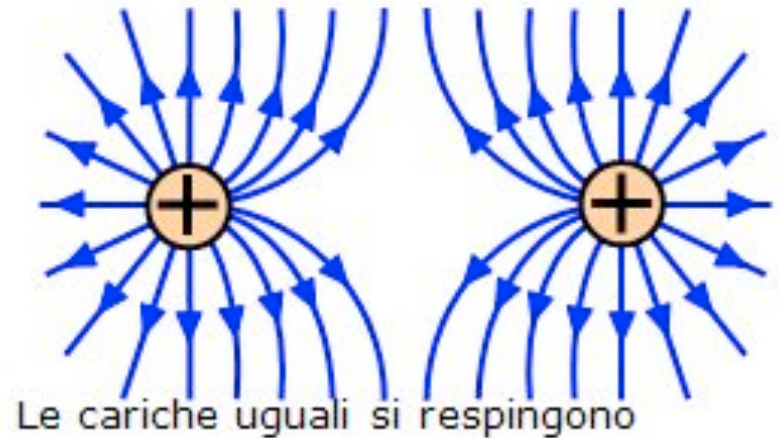
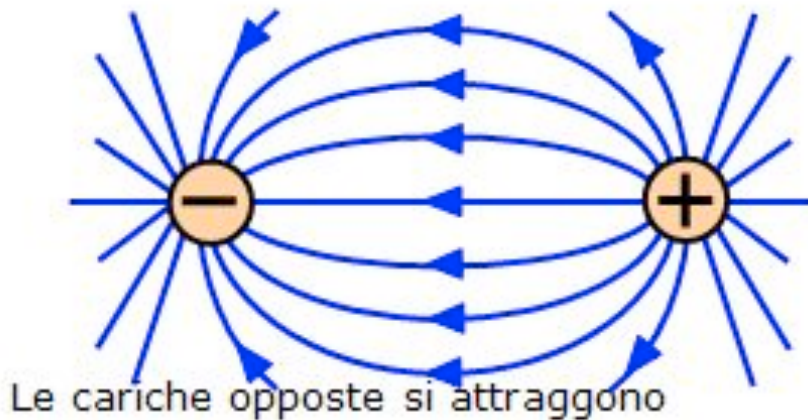




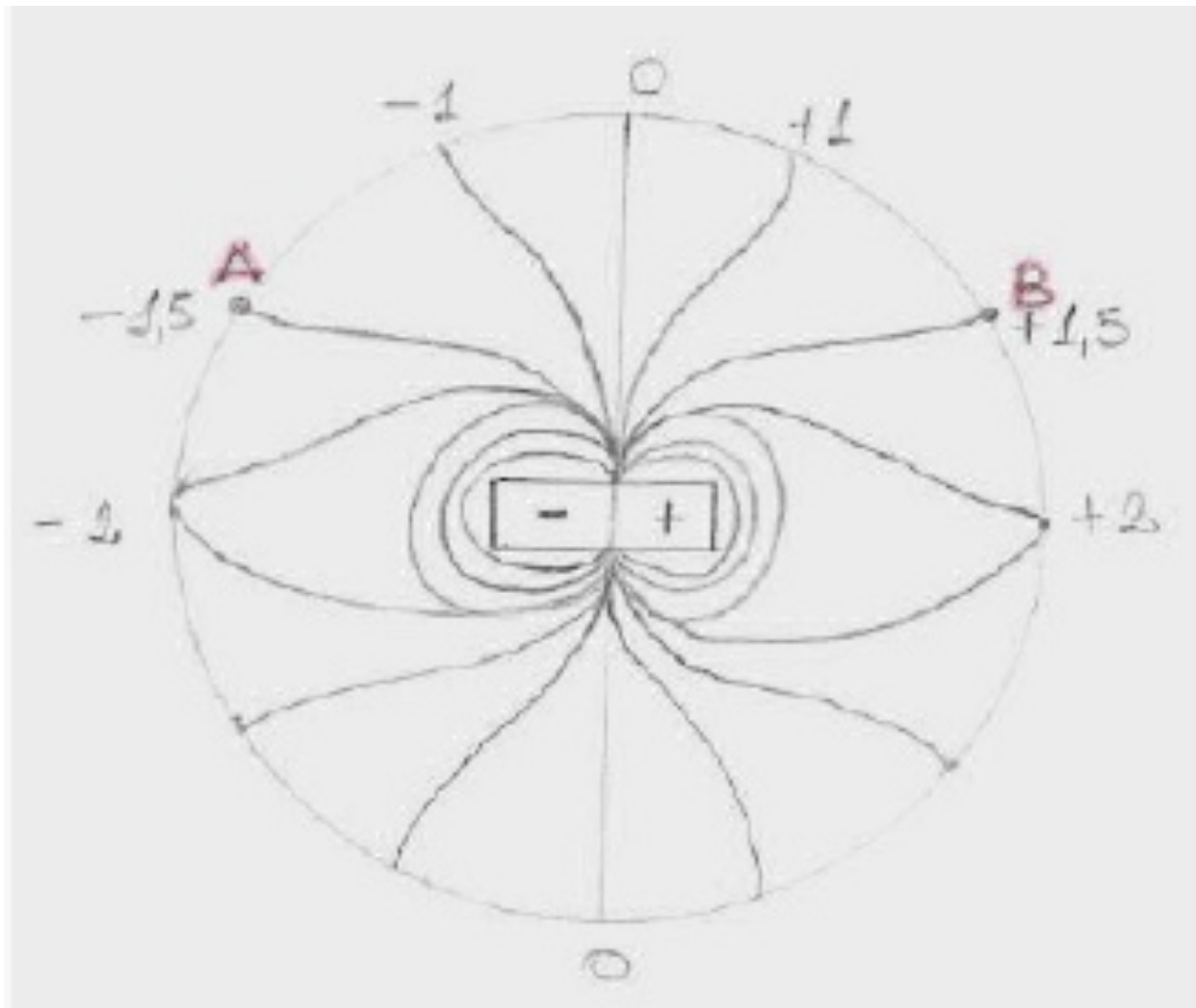
# Questione di cariche...

Una carica positiva mi genera una forza sulla carica positiva che va in una direzione; la carica negativa invece mi genera una forza opposta, che va nella direzione opposta.

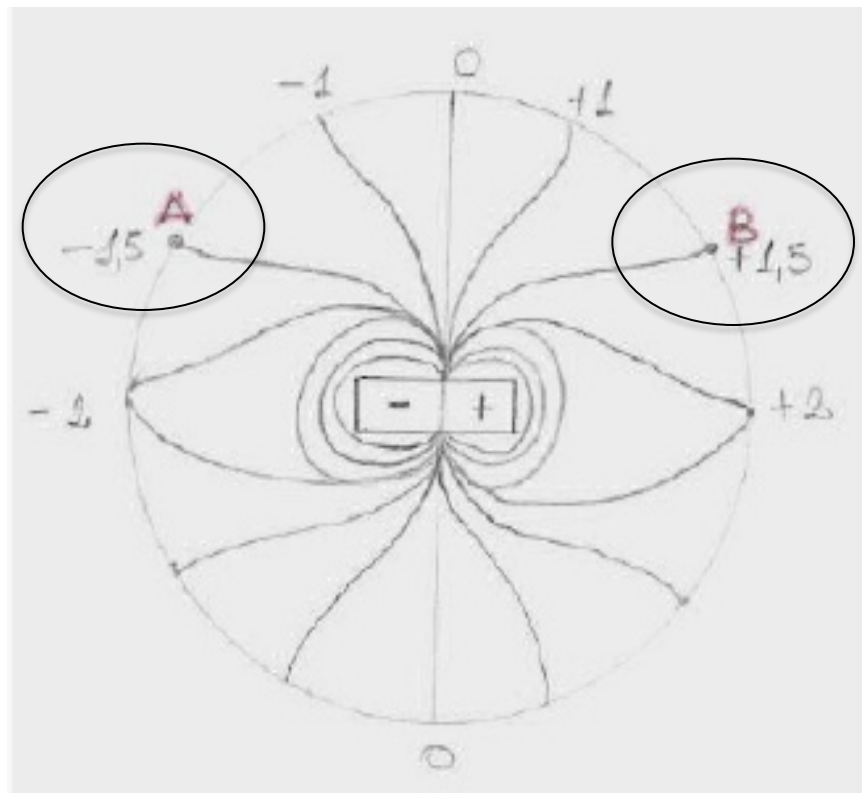
Cariche di segno opposto si attraggono e di segno uguale si respingono.



# Dipolo nell'ECG

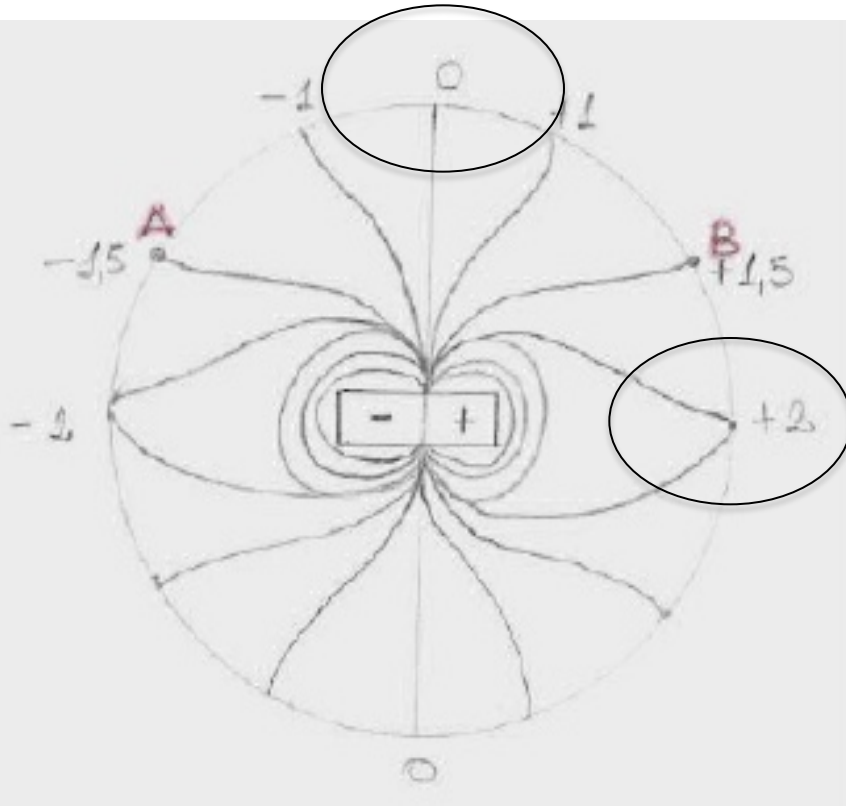


# Dipolo nell'ECG



Se l'elettrodo **A** viene a cadere su una linea equipotenziale (luogo di tutti i punti in cui misuro lo stesso potenziale elettrico) di **-1,5V** e l'elettrodo **B** viene a cadere su una linea equipotenziale di **1,5V**, la differenza di potenziale sarà pari a 3V.

# Dipolo nell'ECG



Adesso, se mantengo fissi i punti A e B, ma il dipolo si sposta (durante la propagazione dell'eccitazione del cuore), si muove il campo elettrico generato dal dipolo, per cui l'elettrodo **A** cadrà sul punto **0**, mentre **B** su **2**.

Adesso la  differenza di potenziale  è di 2V.

# Riepilogando:

## Cuore come dipolo elettrico

Il cuore è considerato come un generatore elettrico complesso, in cui sono presenti (e si manifestano nell'ECG) zone negative e zone positive.



# Attività elettrica nel corpo

Tale attività elettrica si propaga attraverso i tessuti corporei, visto che l'intero corpo è costituito da una soluzione acquosa contenente elettroliti.

# Attività ritmica del cuore

A seguito della ritmica attivazione del cuore, si generano **campi elettrici** continuamente variabili nel tempo, che diffondono fino a raggiungere la superficie corporea.

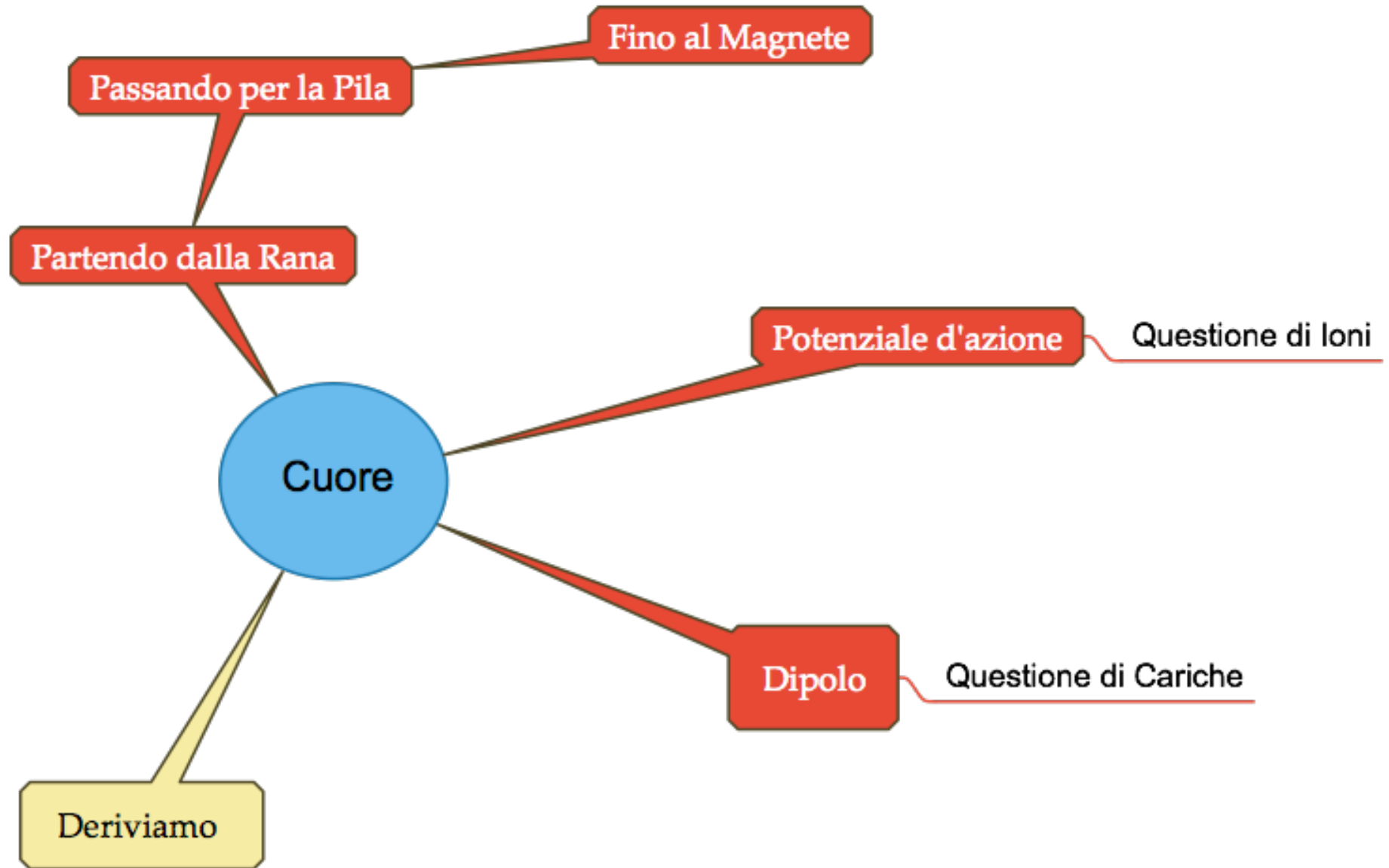
# Attività ritmica del cuore

Per cui le informazioni sull'attività elettrica del cuore possono essere desunte misurando in alcuni punti della superficie corporea il potenziale elettrico generato.

# ECG

Il diagramma nel tempo di tale potenziale è denominato elettrocardiogramma.







# Questione di “Elettrodi”.

Tutte le derivazioni che vengono applicate in elettrocardiografia sono frutto di una serie di geniali semplificazioni enunciate da fisiologo olandese Einthoven.

**Ricordate?**

# 5 postulati di Einthoven

1. Il cuore può essere concepito come un generatore elettrico puntiforme. Da questo punto, e solo da questo, originano tutti i vettori rappresentativi dell'attività elettrica del cuore in ogni momento del suo ciclo.

# 5 postulati di Einthoven

2. Il corpo umano è un conduttore omogeneo, ossia è analogo a un recipiente pieno di una soluzione elettrolitica.

# 5 postulati di Einthoven

3. La **spalla destra** (simbolo **R**, right), la **spalla sinistra** (simbolo **L**, left) e un **punto a metà strada tra la radice degli arti inferiori** (simbolo **F**, da feet, piedi), costituiscono i vertici di un triangolo equilatero, detto Triangolo di Einthoven.  
Il cuore è al centro del triangolo.

# 5 postulati di Einthoven

4. I tre vertici del triangolo di Einthoven e il cuore giacciono sullo stesso piano.

Assumendo come punto di vista quello del medico che osserva il paziente in posizione eretta, questo piano può essere definito frontale.

# 5 postulati di Einthoven

5. I tre vertici del triangolo di Einthoven sono a una distanza tale dal cuore da poter essere considerata, come una distanza infinita (tale da rendere irrilevanti le variazioni di posizione del cuore da soggetto a soggetto).



# Dai postulati alle derivazioni

---



Le derivazioni usate da Einthoven  
erano solo le bipolari periferiche  
dette (**D1, D2, D3**)

dove gli elettrodi esploranti erano localizzati ai due arti superiori  
ed alla gamba sinistra.

---



A cavallo tra gli anni '30 e '40 del '900

**Frank N. Wilson**

ideò ed adottò le derivazioni unipolari precordiali che uso nello  
studio dei blocchi di branca  
denominandole **V**, poi numerate da 1 a 6.

---

*F.N. Wilson*



Nel 1942 infine

**Emanuel Goldberg**

introdusse le derivazioni unipolari aumentate  
denominandole **aV L – R – F**.

# Derivazioni Einthoven

Sulla base dei suoi postulati Einthoven definì tre derivazioni bipolari:

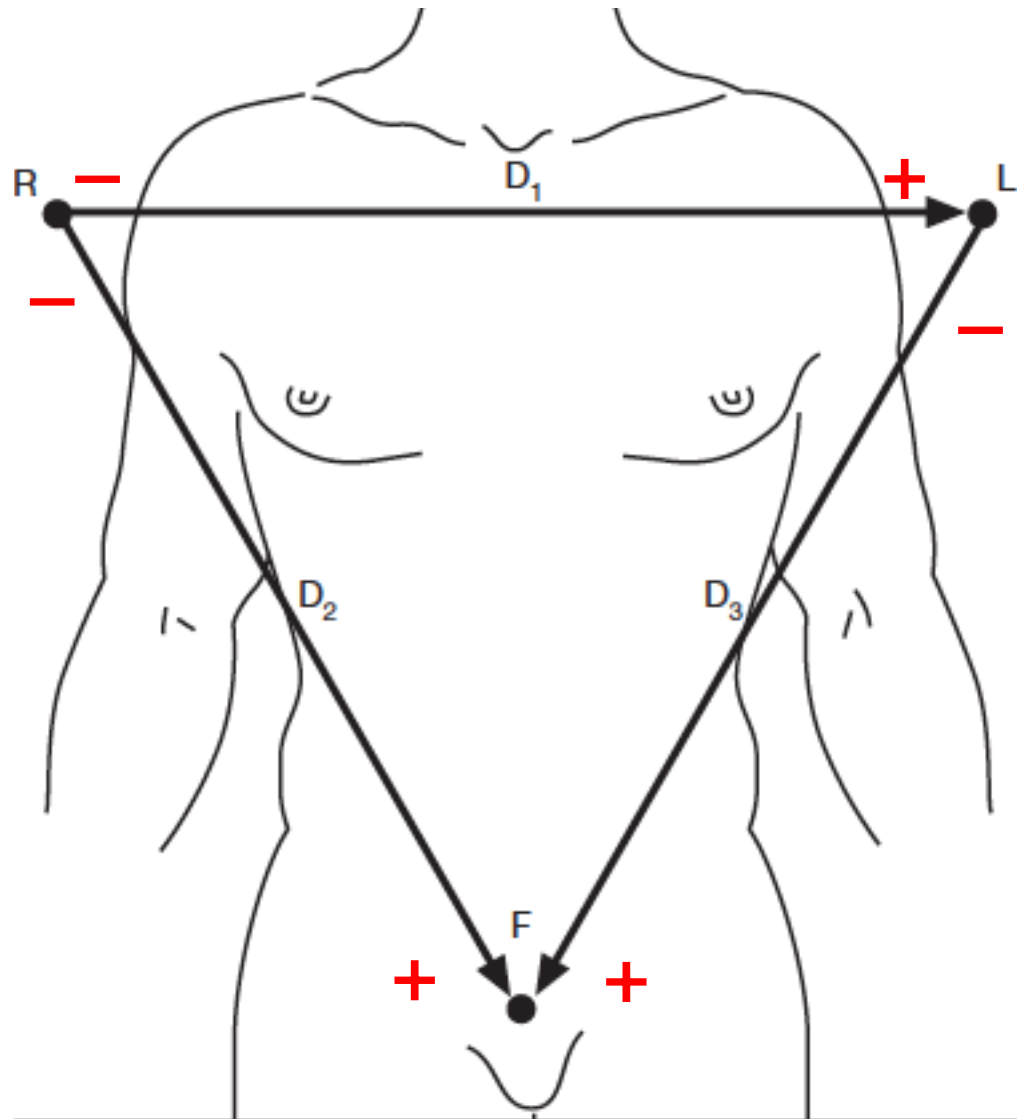
- $D_1$ : elettrodo positivo in L e quello negativo in R;
- $D_2$ : elettrodo positivo in F e quello negativo in R;
- $D_3$ : elettrodo positivo in F e quello negativo in L.

# In pratica

Elettrodo polso sn: L  
Elettrodo polso dx: R  
Elettrodo caviglia piede sn: F

I: mano sn + mano dx –  
II: mano dx – piede sn +  
III: mano sn – piede sn +

Piede destro: “messa a terra dell'apparecchio”

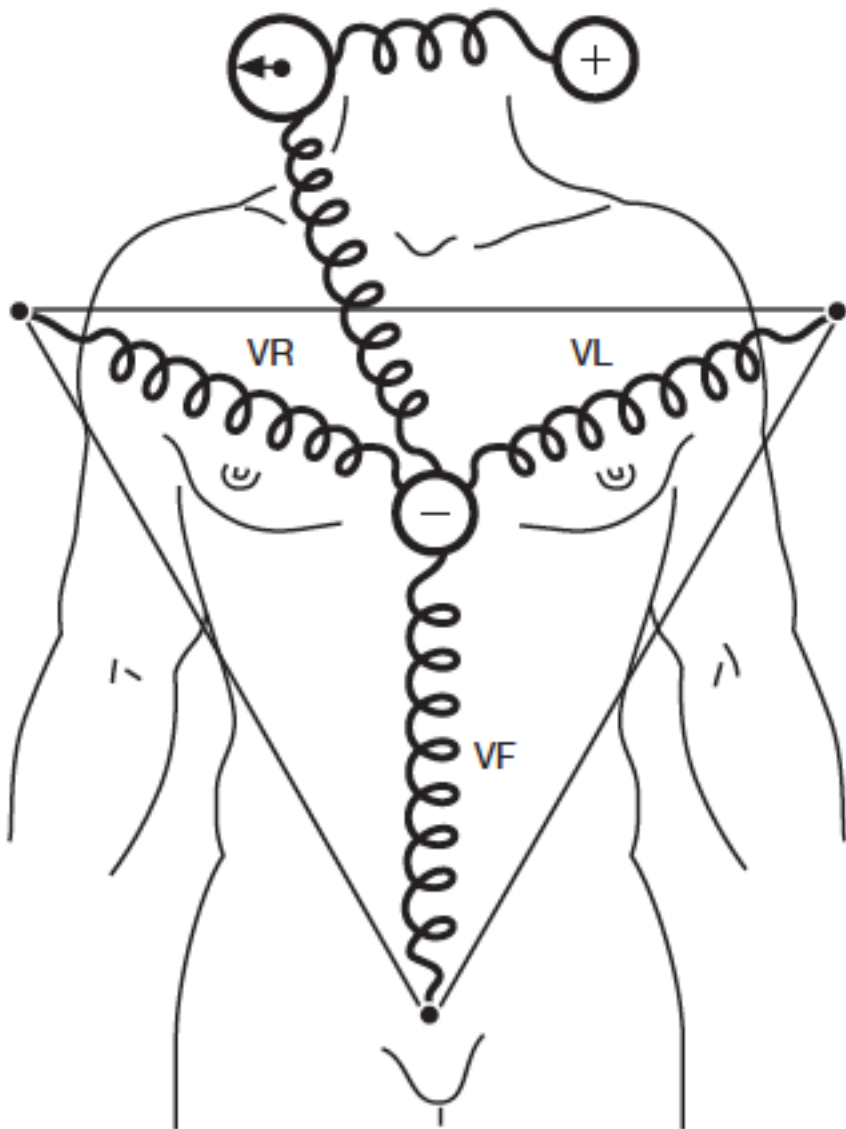


# Frank Wilson



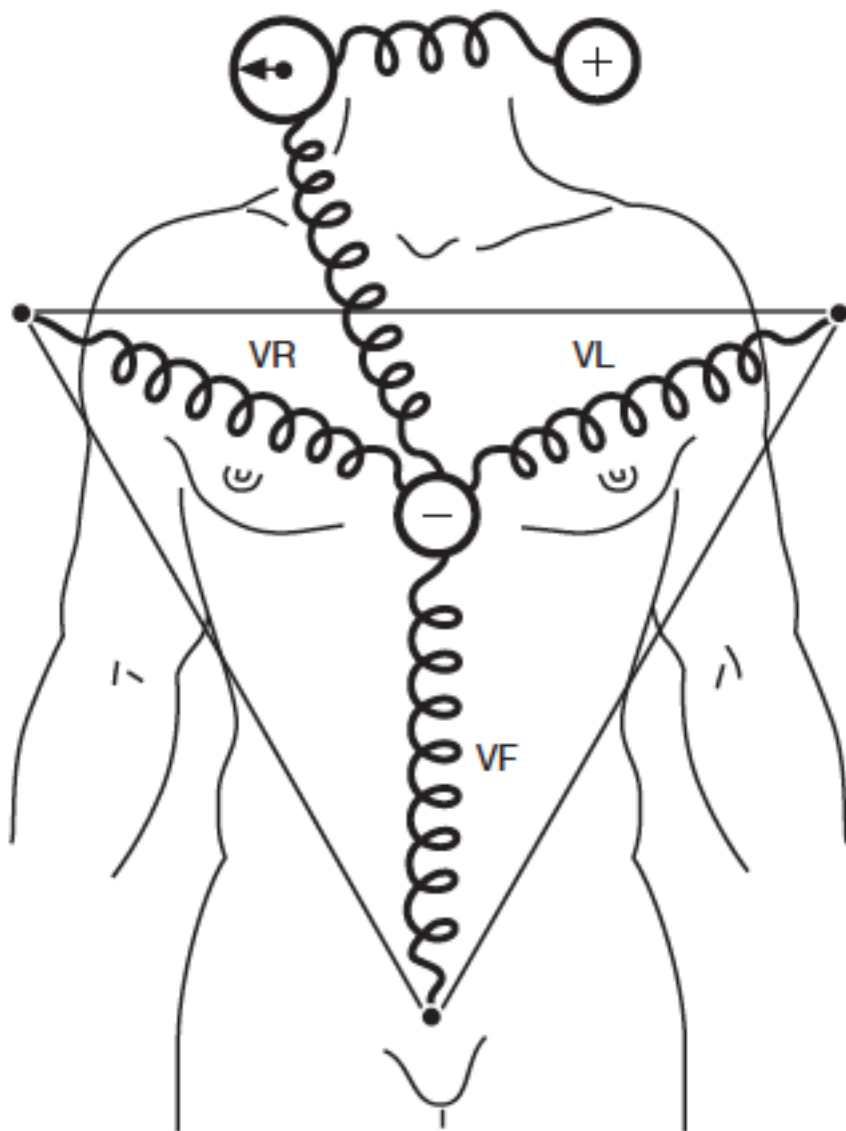
Il cardiologo americano Wilson individuò la possibilità di realizzare altre tre derivazioni, sempre sul piano frontale, UNIPOLARI (elettrodo positivo come esploratore).

# Metodo di Wilson



Consiste nel misurare le differenze di potenziale tra un elettrodo “esplorante” posto in vari punti della regione precordiale del torace;

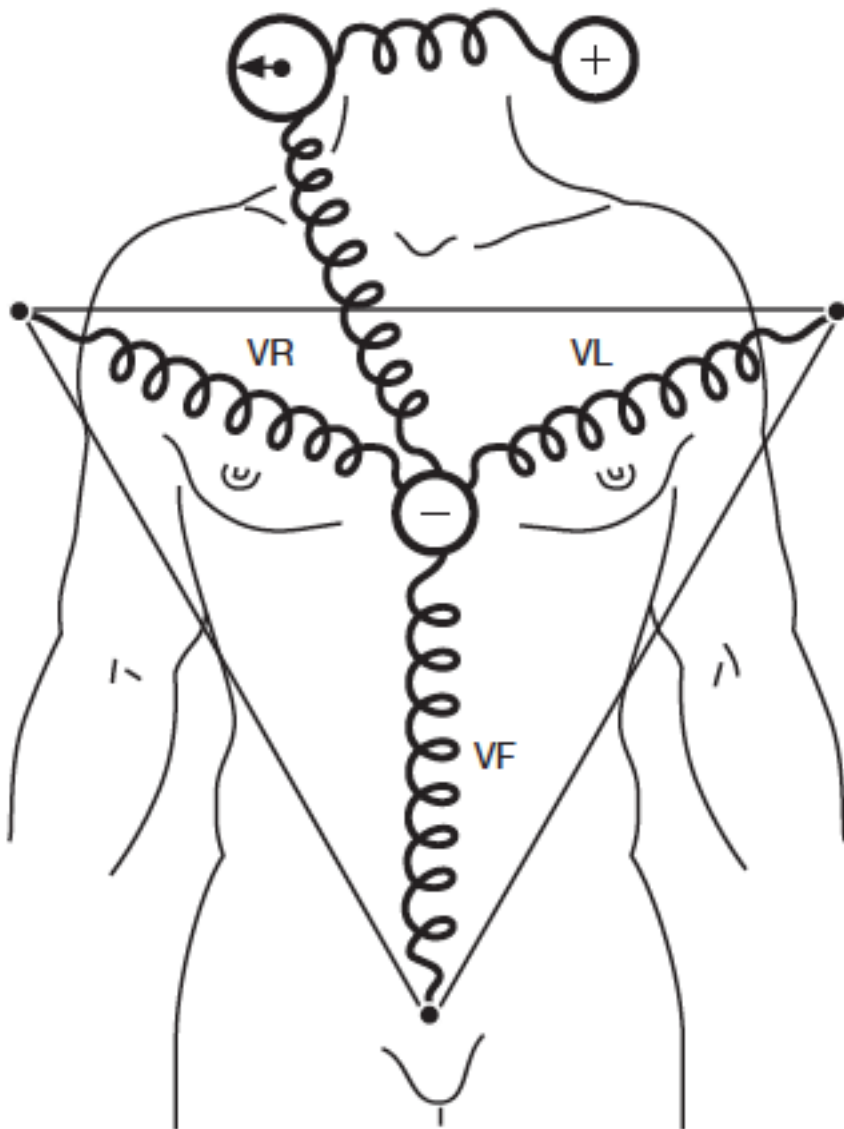
# Metodo di Wilson



Il cavo viene poi collegato al capo positivo dell'ECG e un punto di riferimento al quale vengono collegati gli elettrodi posti sul braccio destro, braccio sinistro e sulla gamba sinistra.



# Metodo di Wilson

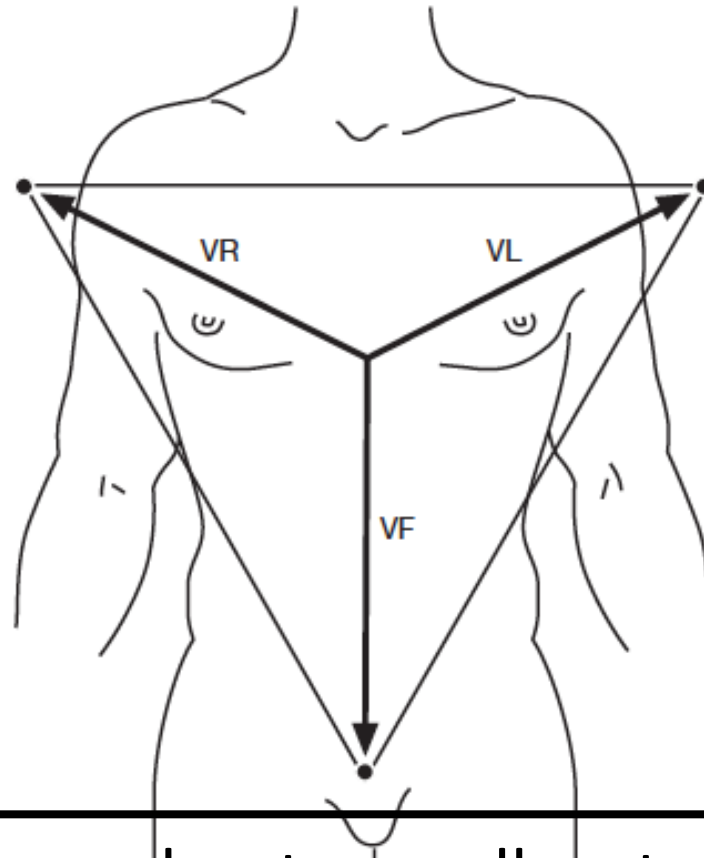


Questo punto comune, connesso al capo negativo dell'ECG, viene definito Central Terminal

# Riepilogando

- Le derivazioni così originate sono unipolari;
- Usano come elettrodo negativo il Central Terminal;
- Collegando l'elettrodo positivo (esploratore), con uno o l'altro dei vertici del Triangolo di Einthoven, si originano 3 derivazioni unipolari.

# Riepilogando



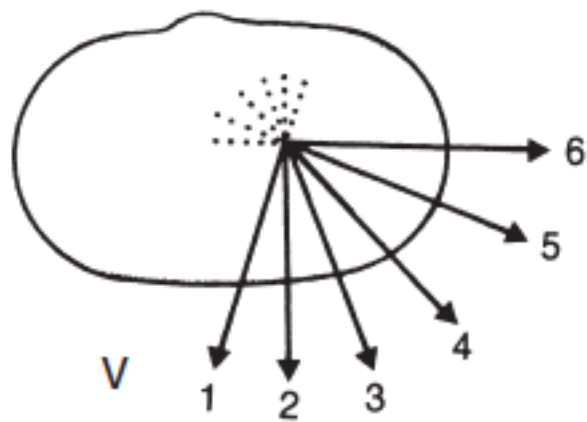
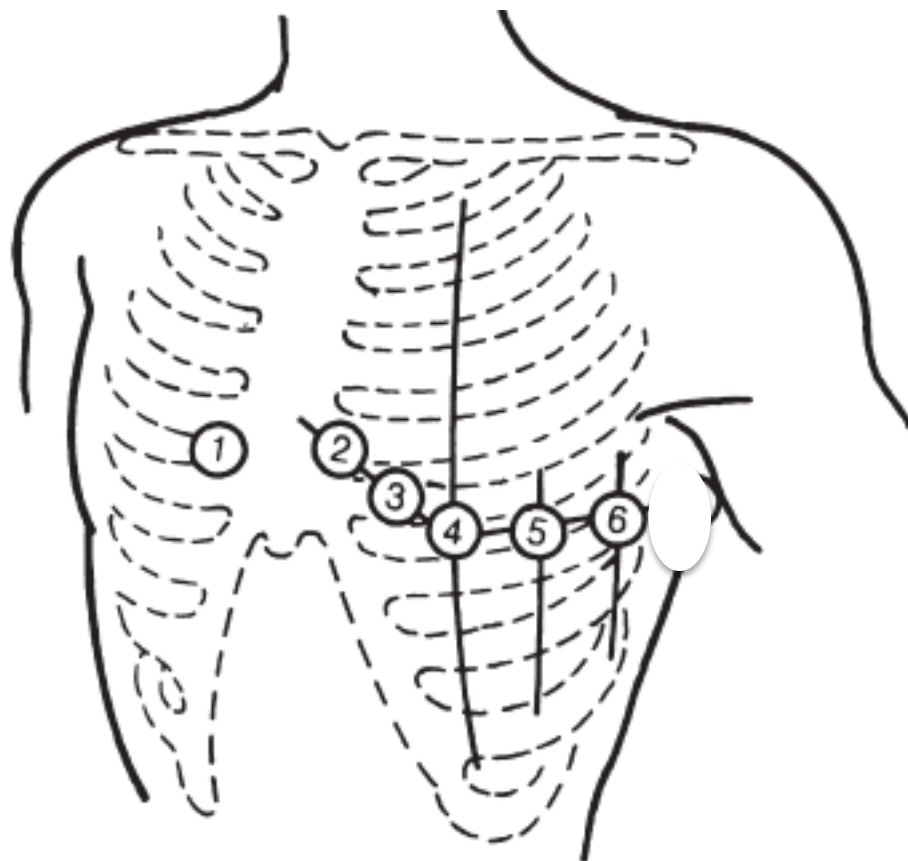
**VR:** elettrodo esploratore collegato polso destro;

**VL:** elettrodo esploratore collegato polso sinistro;

**VF:** se l'elettrodo esploratore è collegato ad una caviglia

# Piano Frontale

Come detto in precedenza, ponendo l'elettrodo positivo esplorante in vari punti del torace e mantenendo l'elettrodo negativo collegato con il Central-Terminal, si ottengono ulteriori derivazioni unipolari:



# Emanuel Goldberger





# Derivazioni “Aumentate”

Se ricordate Wilson aveva introdotto le derivazioni VL, VF e VR.

Tuttavia tali derivazioni avevano una minore intensità rispetto a quelle bipolari di Einthoven, per cui Goldberg introdusse le derivazioni “aumentate”.

# Derivazioni “Aumentate”

In pratica, per registrare una derivazione di questo tipo era necessario amplificare (aumentare, da qui la lettera *A* = *Augmented*) il voltaggio dell'elettrocardiografo, in modo tale da ottenere un tracciato della stessa ampiezza delle derivazioni bipolari.

# Derivazioni “Aumentate” **aV**

**a**ugmented **V**oltage of: **R**ight arm

**L**eft arm

**F**oot

Simbolo	Elettrodo esplorante (+)	Elettrodo indifferente (0)
<b>aVR</b>	<b>Braccio destro</b>	Braccio e gamba sinistri
<b>aVL</b>	<b>Braccio sinistro</b>	Braccio destro e gamba sinistra
<b>aVF</b>	<b>Gamba sinistra</b>	Braccio destro e braccio sinistro

# Riassumendo

**ECG standard** si compone di **12 derivazioni**

**6 periferiche o degli arti**

**Bipolari** (di Einthoven):

**D 1 o I**

**D 2 o II**

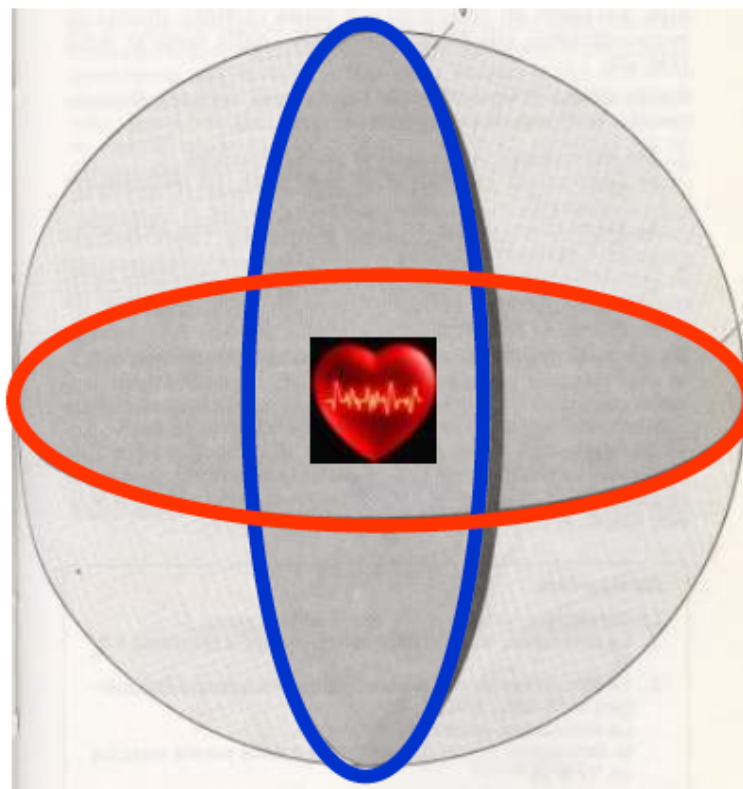
**D 3 o III**

**Unipolari** (o di Goldberger)

**aVR**

**aVL**

**aVF**



**6 precordiali**

**Unipolari** (di Wilson):

**V 1**

**V 2**

**V 3**

**V 4**

**V 5**

**V 6**

*Osservano il cuore su di un piano*

**verticale**

*di Leonardo Di Ascenzo, MD, PhD*

*Osservano il cuore su di un piano*

**orizzontale**



# Riassumendo

## Unipolari

Vengono registrate accoppiando un singolo elettrodo  
“esplorante” con un terminale centrale  
(*aVR*, *aVL*, *aVF*, *V1 – V6*)

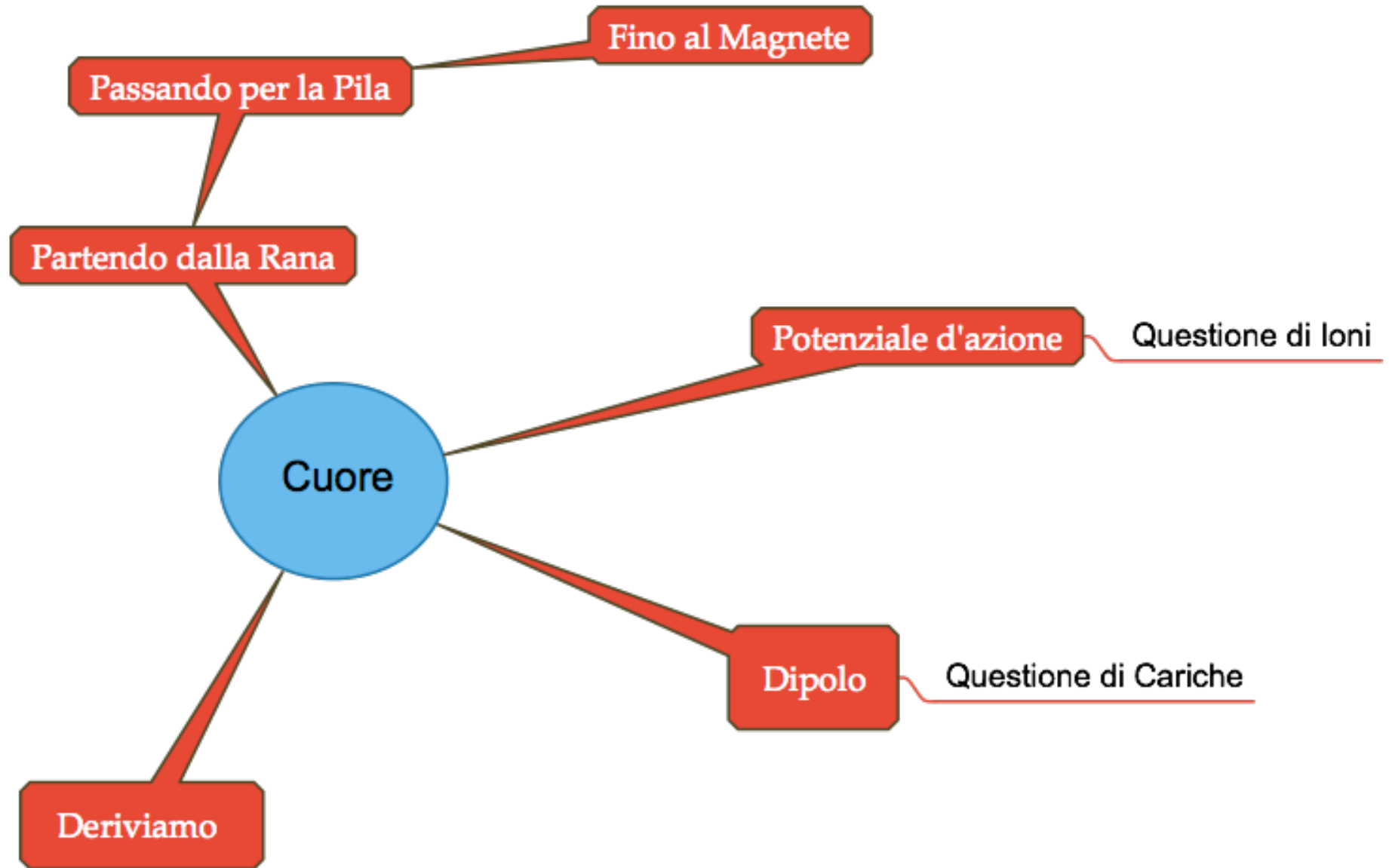
## Bipolari

Registrano la differenza di potenziale tra due elettrodi  
(*I*, *II*, *III*)

In sintesi







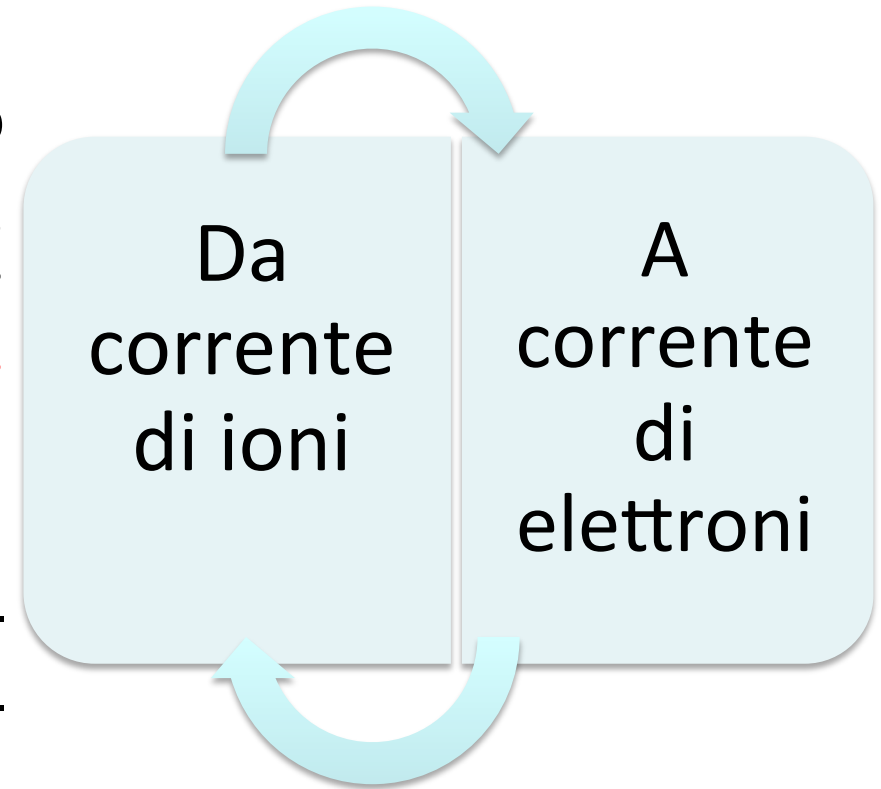
# Per concludere



# Questione di “Corrente”!

La corrente che scorre nel corpo, dovuta al campo elettrico prodotto dal cuore, non è una corrente di elettroni, ma una corrente di ioni.

È quindi necessario un sistema in grado di trasformare una corrente di ioni in una corrente di elettroni



# Ossidoriduzione

Per fare ciò si utilizza un'interfaccia nella quale avviene una ossidoriduzione (scambio di elettroni) che comporta un'acquisizione o cessione di elettroni da o verso sostanze in forma ionica (**ELETTRODO**).

# Elettrodo

Si compone di una **parte metallica** per il collegamento con il filo elettrico (che va all'ECG) e una **parte salina**, in grado di partecipare alla reazione di ossidoriduzione.

# Parte Metallica

La parte metallica deve essere molto piccola per la tollerabilità dermatologica, preferibilmente argento;





# Parte Salina

Per la parte salina si sceglierà un sale d'argento (visto che il derma è ricco di cloro): cloruro d'argento.



# GEL

## Serve per:

- Creare un buon contatto elettrolitico tra l'elettrodo e la pelle del paziente;
- Facilitare il passaggio della carica nell'interfaccia elettrodo-elettrolita;
- Diminuire la grande impedenza dello strato corneo (superficie della pelle)



# GEL

## Proprietà:

- Restare umidi per l'intera vita utile e durante l'uso;
- Prevenire la nascita di microrganismi e muffe;
- Causare una minima irritazione della pelle.





# Programma

- ☑ Storia dell'ECG;
- ☑ Che cosa è l'ECG;
- ☑ Principi generali.

Dopo questo lungo viaggio...

